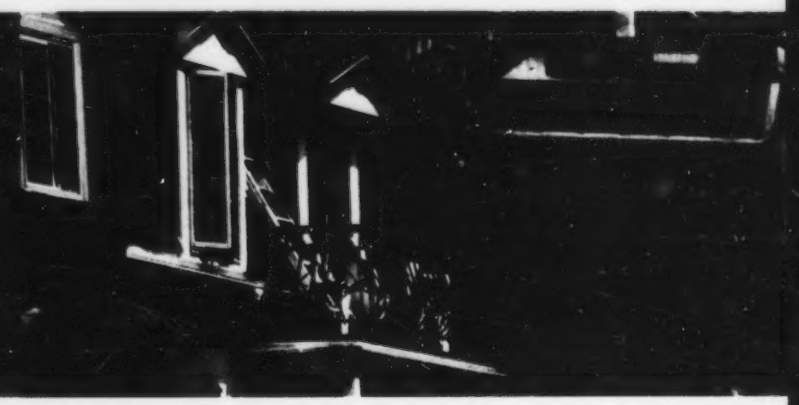
RAPPORT DE RECHERCHE

EFFET SUR L'ASTHME D'UNE AMÉLIORATION DU MILIEU INTÉRIEUR RÉSIDENTIEL: ÉTUDE PILOTE

RAPPORT FINAL



SÉRIE SUR LES TECHNOLOGIES DU BÂTIMENT

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION

Canada

SCHL—Au cœur de l'habitation

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est au cœur de l'habitation. Toutes ses activités visent à aider les Canadiens et les Canadiennes à vivre dans un logement sûr à tout point de vue.

À titre d'organisme national responsable du logement, la SCHL joue un rôle important dans le secteur canadien de l'habitation. Elle propose de nouvelles façons de financer l'achat des maisons. Elle favorise l'innovation dans le domaine de la technologie et de la conception des habitations. Grâce à son assurance prêt hypothécaire, elle aide les Canadiens et les Canadiennes à réaliser leur rêve et à posséder leur propre maison.

Les Canadiens et les Canadiennes tirent avantage de la collaboration de la SCHL avec ses partenaires des secteurs public, privé et sans but lucratif en vue d'améliorer la qualité et l'accessibilité des logements et de faire en sorte qu'ils soient plus abordables, partout au pays.

L'aide accordée par la SCHL permet aux ménages à faible revenu, aux aînés, aux personnes handicapées et aux Autochtones de vivre dans des logements convenables et abordables. La SCHL crée des emplois pour les Canadiens et les Canadiennes dans le domaine des produits et services en aidant le secteur de l'habitation à exporter ses connaissances et ses compétences dans d'autres pays.

Les recherches de pointe effectuées par la SCHL améliorent la qualité des logements et font en sorte que ceux-ci soient plus abordables. Afin d'aider les Canadiens et les Canadiennes à tirer profit de son savoir-faire dans le domaine de l'habitation et à prendre des décisions éclairées, la SCHL est devenue le plus important éditeur canadien de publications portant sur le logement. Elle possède également la collection la plus complète de documents sur l'habitat.

Les Canadiens et les Canadiennes peuvent avoir facilement accès à nos informations par l'entremise des points de vente et des bureaux régionaux de la SCHL.

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone :
1 800 668-2642 [à l'extérieur du Canada : (613) 748-2003]
ou par télécopieur : (613) 748-4069.
Pour nous joindre en direct, visitez notre page d'accueil à l'adresse suivante : « www.cmhc-schl.gc.ca »

La Société canadienne d'hypothèques et de logement appuie la politique du gouvernement fédéral sur l'accès à l'information pour les personnes handicapées. Si vous désirez obtenir la présente publication en des médias substituts, composez le 1 800 668-2642.

EFFET SUR L'ASTHME D'UNE AMÉLIORATION DU MILIEU INTÉRIEUR RÉSIDENTIEL : ÉTUDE PILOTE

Rapport final

Juillet 1998

Présenté à :

Virginia Salares
Société canadienne d'hypothèques et de logement
Bureau national
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Présenté par :

Buchan, Lawton, Parent Ltd
Unité 5
5370, chemin Canotek
Gloucester (Ontario)
K1J 9E6
Juillet 1998

La SCHL offre de nombreux renseignements relatifs à l'habitation. Pour plus d'information, veuillez composer le 1 800 668-2642 ou visitez notre site Web : www.cmhc-schl.gc.ca

This publication is also available in English under the title *The Effect of Improving the Home Environment on Asthma: A Pilot Study* PE 0362

Cette recherche a été financée (en partie) par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL).
La qualité rédactionnelle de ce rapport, son contenu et les opinions qui y sont émises sont de l'auteur (des auteurs). La SCHL ne saurait en assumer la responsabilité et se dégage de toute obligation relativement aux conséquences résultant de l'utilisation que le lecteur pourrait faire des renseignements, des matériaux ou des techniques qui y sont décrits.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Effet sur l'asthme d'une amélioration du milieu intérieur résidentiel : étude pilote : rapport final

Publ. aussi en anglais sous le titre: The effect of improving the home environment on asthma.
ISBN 0-660-96242-X
Nº de cat. NH15-333/1999F

1. Asthme — Aspect de l'environnement.
2. Air — Pollution intérieure — Aspect sanitaire.
3. Logement et santé.
I. Buchan, Lawton, Parent Ltd
II. Société canadienne d'hypothèques et de logement.

RA577.5E33 1999 616.238 C99-980402-2

©1999, Société canadienne d'hypothèques et de logement. Tous droits réservés. La reproduction, le stockage dans un système de recherche documentaire ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre moyen sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Sans que ne soit limitée la généralité de ce qui précède, il est de plus interdit de traduire un extrait de cet ouvrage dans toute autre langue sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

REMERCIEMENTS

La firme Buchan, Lawton, Parent Ltd est redevable aux familles qui ont ouvert leur porte (et celle de toutes les pièces de leur maison) à ses chercheurs et qui ont consenti à participer à l'étude. Nous sommes particulièrement redevables aux personnes atteintes d'asthme qui ont consigné des informations sur leur santé au cours de l'étude et qui ont procédé à des rénovations importantes dans leur maison.

Nous remercions les Drs R. Dales et J. Leech pour les conseils et les renseignements qu'ils ont fournis sur les aspects médicaux de la présente étude.

Nous sommes redevables au Dr David Miller pour son interprétation des constatations sur la moisissure.

La firme Buchan, Lawton, Parent Ltd remercie Virginia Salares, de la SCHL, d'avoir mis à la disposition de ses représentants, ses connaissances immenses sur l'asthme et le logement sain, ainsi que pour ses conseils et sa participation à titre de coordonnatrice de projet.

RÉSUMÉ

Ce projet de recherche est une étude pilote visant à déterminer les effets de l'amélioration de la qualité de l'air intérieur (QAI) des logements sur l'état de santé des asthmatiques. Le projet avait pour objectifs de concevoir l'étude servant à consigner les effets de la qualité de l'air intérieur des logements sur les asthmatiques; d'examiner les différentes méthodes de suivi de l'état de santé des asthmatiques; et de déterminer, au moyen d'une étude sur place, les rapports possibles entre le logement et la santé. Les constatations ressortant de ce projet pilote seraient appliquées dans le cadre d'une étude ultérieure plus exhaustive.

Les propriétaires-occupants de la région d'Ottawa-Hull qui comptent au sein de leur famille au moins un asthmatique ont été invités à prendre part au projet. Seule la candidature des ménages de non-fumeurs vivant sans animaux domestiques était retenue. Les participants devaient aussi accepter de rénover leur logement à leurs frais de sorte à en améliorer la qualité de l'air intérieur.

Cinquante répondants ont participé à une entrevue par téléphone; on leur a également demandé de répondre à un questionnaire sur leur logement et sur l'état de santé des occupants asthmatiques. À l'issue de cette étape, onze répondants avaient indiqué que l'apparition de l'asthme ou l'aggravation des symptômes de cette maladie étaient reliées à leur logement.

Chacune de ces onze habitations a été inspectée selon le protocole élaboré dans le cadre du Programme de formation d'investigateur en qualité de l'air des habitations, mis sur pied par la SCHL. Dix des onze habitations présentaient des problèmes de QAI liés à la présence de moisissures au sous-sol. Certains de ces sous-sols présentaient un taux très élevé de moisissures. Dans le sous-sol de l'une de ces habitations, un déversement d'hydrocarbures s'ajoutait à la présence de moisissures. Une autre habitation était principalement contaminée par les vapeurs toxiques que dégageait une nouvelle moquette. Un ensemble de correctifs, divisés en trois catégories, c'est-à-dire minimums (requis pour la participation à l'étude), recommandés et facultatifs, ont été élaborés pour chaque habitation. Les coûts estimatifs de l'application de ces mesures ont été communiqués aux propriétaires-occupants.

Six ménages ont accepté d'effectuer les rénovations requises durant la période prévue par l'étude. Au nombre des sujets asthmatiques figuraient quatre adultes, un adolescent et un enfant en bas âge. Quatre sujets témoins (leurs habitations n'ont pas été rénovées) ont été recrutés. Les participants ont indiqué que leur asthme s'aggravait lorsqu'ils séjournaient dans le sous-sol de leur habitation.

Compte tenu des résultats des inspections, des devis détaillés visant la rénovation de ces habitations ont été élaborés. Avant le début des travaux de rénovation, les habitations ont été inspectées sur plusieurs plans : étanchéité, dioxyde de carbone (CO_2), humidité relative, composés organiques volatils (COV), acariens détriticoles, ergostérol et moisissures.

Aucune corrélation n'a été établie entre les niveaux d'acariens mesurés et l'aggravation de l'asthme durant les séjours des occupants au sous-sol. Les niveaux moindres d'antigènes d'acariens détriticoles (Der f 1) au sous-sol par rapport au rez-de-chaussée relevés dans deux habitations ont éliminé les acariens comme cause de l'augmentation de l'asthme des occupants.

Les tests de moisissure ont confirmé les résultats qualitatifs des inspections, c'est-à-dire que ces sous-sols présentaient un niveau élevé de moisissures, et ont étayé les correctifs recommandés. Les échantillons d'air et de poussière prélevés dans les sous-sols ne répondaient pas aux critères d'acceptabilité relativement à la contamination par les moisissures, et les échantillons globaux sont venus confirmer la présence de moisissures non phyllosphères. Les six habitations contenaient toutes des moisissures toxicogènes. Dans cinq habitations, on a décelé la présence de moisissures dangereuses, soit *Stachybotrys chartarum* et *Aspergillus versicolor*. Ces cinq habitations ont été rénovées. Un propriétaire-occupant qui n'acceptait pas d'appliquer des mesures correctives rigoureuses en raison du niveau exceptionnellement élevé de moisissures toxicogènes décelées dans le sous-sol de son habitation s'est retiré de l'étude.

Les cinq habitations ont été rénovées à divers degrés de parachèvement. On a inspecté les travaux de rénovation pour en vérifier l'avancement et pour s'assurer qu'ils étaient effectués suivant les paramètres précisés. Dans une habitation (habitation 3), les moisissures ont été méticuleusement et complètement éliminées, et des correctifs ont été apportés à la fondation afin de prévenir la réapparition de celles-ci. La qualité de l'air de cette habitation s'est nettement améliorée, et aucune moisissure n'a été décelée lors d'un test ultérieur. Les sous-sols de trois habitations (habitations 1, 4 et 5) ont été nettoyés mais aucun correctif visant à éliminer l'infiltration d'humidité n'a été apporté. La qualité de l'air perçue s'est améliorée après les travaux de nettoyage, mais les moisissures avaient commencé à réapparaître à la fin de l'étude. Le sous-sol de la cinquième habitation (habitation 2) n'a été que partiellement nettoyé. Des tests ultérieurs ont révélé que cette habitation demeurait hautement contaminée.

Les données sur l'état de santé de chacun des occupants asthmatiques ont été recueillies sous formes d'entrevues, de questionnaires avant et après les travaux de rénovation, et de consignations quotidiennes des symptômes. On a également demandé aux participants et aux sujets témoins de mesurer leur débit expiratoire maximal.

Les participants ont indiqué que la mesure du débit expiratoire maximal ne permettait pas d'évaluer de manière sensible s'il leur était facile ou difficile de respirer. Les données sur leur état perçu, le besoin de médication, la fréquence, la gravité et la durée des infections respiratoires de même que la fréquence des visites chez le médecin se sont avérées plus informatives que le débit expiratoire maximal.

L'amélioration de l'état de santé des occupants asthmatiques était corrélée avec le degré d'amélioration de la qualité de l'air intérieur de la maison. Dans la

maison 3, on a enregistré une diminution considérable de l'asthme (chez la fille) et des symptômes de fatigue chronique (chez la mère) à la suite des travaux de rénovation. Pour leur part, les adultes asthmatiques vivant dans les habitations 4 et 5 ont mentionné une amélioration appréciable de leur état de santé et l'abandon de leur médication, de six à neuf mois après les travaux de rénovation. L'adulte asthmatique vivant dans l'habitation 1 n'a noté aucune amélioration de son état de santé. L'état de santé du propriétaire asthmatique occupant l'habitation 2 s'est aggravé pendant qu'il dénudait le sous-sol. Les sujets témoins n'ont indiqué aucune amélioration de leur état de santé au cours de la période visée par l'étude.

Les résultats de cette étude pilote suggèrent le besoin de mener une étude plus exhaustive dans le cadre de laquelle les participants s'engageraient à appliquer l'ensemble plutôt qu'une partie des mesures correctives recommandées.

100-06976/

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION 1

2. SÉLECTION DES PARTICIPANTS ET DES MAISONS 2

3. SÉLECTION FINALE DES SIX MAISONS DE L'ÉTUDE PILOTE 3

4. TESTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR — JUSTIFICATION ET MÉTHODE 7

5. CONTRÔLE DE LA SANTÉ 11

6. RÉSULTATS DES TESTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR EFFECTUÉS AVANT LA RÉNOVATION 12

7. PRÉPARATION DES DEVIS ET DE L'APPEL D'OFFRES SE RAPPORTANT AUX CORRECTIFS 21

8. VISITE DES EMPLACEMENTS ET SUPERVISION DES CONTRATS 22

9. FAITS SAILLANTS DES RÉSULTATS DU CONTRÔLE FINAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR 23

10. CONTRÔLE DE LA SANTÉ AVANT ET APRÈS LES TRAVAUX DE RÉNOVATION : SYMPTÔMES ET OBSERVATIONS RAPPORTÉS PAR LES PARTICIPANTS 27

11. CONTRÔLE DE LA SANTÉ AVANT ET APRÈS LES TRAVAUX DE RÉNOVATION : MESURES DE LA POINTE DE DÉBIT 41

12. RÉSUMÉ DES CONSTATATIONS DÉCOULANT DES CINQ MAISONS ÉTUDIÉES 43

13. OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS 46

NOTES 49

PRÉFACE

Les preuves qu'il existe un lien entre l'humidité et la moisissure présentes dans les maisons et la santé respiratoire sont convaincantes. Une enquête récente sur les sous-sols a révélé la présence de signes visibles d'humidité dans plus de la moitié des maisons. Compte tenu de la fréquence des cas d'asthme, il est probable que des personnes asthmatiques vivent dans des maisons qui contiennent de la moisissure et ignorent les effets de leur environnement résidentiel sur leur asthme.

Un projet de recherche sur la qualité de l'air intérieur des maisons des personnes asthmatiques fournirait de l'information sur le niveau de contamination de ces maisons. L'information sur la façon d'améliorer la qualité de l'air dans leur maison serait encore plus utile aux personnes asthmatiques.

Le présent projet a été conçu à titre d'essai pilote sur le terrain. On a fourni à des ménages asthmatiques des conseils d'experts sur les correctifs à apporter à leur maison. L'évolution de la qualité de l'air dans les maisons a été surveillée en même temps que les occupants asthmatiques surveillaient leur asthme. Cette étude a permis de déterminer si l'amélioration de la qualité de l'air intérieur avait des effets sur l'asthme. Les leçons apprises seraient utiles pour la recherche future.

Virginia Salares
Recherchiste principale
Division de la recherche

Téléphone : (613) 748-2032
Télécopieur : (613) 748-2402

1. INTRODUCTION

L'asthme et les autres formes de maladies pulmonaires affectent approximativement vingt pour cent de la population du Canada. Des données empiriques indiquent qu'il existe peut-être un lien entre les maladies pulmonaires et la qualité de l'air des maisons des personnes qui en sont atteintes. On a rapporté l'apparition de problèmes d'asthme lorsqu'une personne déménageait dans une maison ou qu'elle entreprenait des travaux de rénovation. De plus, une amélioration de la santé a été relevée après la bonification de la qualité de l'air du milieu de vie d'une personne.

En règle générale, seuls des rapports isolés reliaient les problèmes de qualité de l'air intérieur aux maladies pulmonaires. Par exemple, un asthmatique a rapporté se sentir mieux après l'enlèvement du vieux tapis peluche de la chambre et du séjour et la finition des parquets en bois dur originaux. Ailleurs, un enfant a présenté des symptômes d'asthme peu après la rénovation du sous-sol.

Les chercheurs dans le domaine de la qualité de l'air intérieur pensent depuis longtemps que l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des habitations peut avoir des effets positifs sur la santé des occupants.

La présente étude pilote sur le logement et l'asthme a tenté d'établir s'il était possible d'étayer une corrélation entre les problèmes de qualité de l'air intérieur et l'asthme. Les objectifs de l'étude étaient les suivants :

- concevoir une étude pour surveiller les effets sur l'asthme de l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des habitations;
- examiner différentes façons de suivre l'état de santé des asthmatiques;
- déterminer si cette étude pilote avait permis de trouver des corrélations entre le logement et la santé;
- estimer le niveau d'effort nécessaire à la réalisation d'une étude importante.

L'objectif de la recherche consistait à répondre à la question suivante : l'amélioration de la qualité de l'air à l'intérieur des habitations peut-elle avoir des effets positifs sur la santé des asthmatiques?

Pour obtenir des preuves empiriques permettant de répondre à la question, il fallait effectuer un contrôle détaillé de la santé des personnes visées par l'étude, avant et après l'exécution des travaux de rénovation visant à améliorer la qualité de l'air intérieur, de même que des vérifications détaillées de la qualité de l'air. Le contrôle et l'analyse des paramètres sur la qualité de l'air intérieur sont coûteux, tout comme la détermination des correctifs pour l'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Pour ces raisons, l'étude pilote a focalisé sur une recherche intensive visant un petit nombre de maisons.

Démarches accomplies dans le cadre de l'étude pilote :

- trouver six ménages pour participer à l'étude et les convaincre de l'importance d'exécuter à leurs frais des rénovations visant à améliorer la qualité de l'air à l'intérieur de leur maison;
- évaluer le milieu intérieur de chaque maison avant d'entreprendre les travaux de rénovation;
- recueillir de l'information sur l'état de santé des occupants asthmatiques avant d'entreprendre les travaux de rénovation;
- élaborer le devis des rénovations et effectuer des inspections au hasard du nettoyage et des travaux accomplis;
- évaluer le milieu intérieur après l'achèvement des travaux de rénovation;
- recueillir de l'information sur l'état de santé des occupants asthmatiques après l'achèvement des travaux de rénovation;
- étayer l'étude de documents.

2. SÉLECTION DES PARTICIPANTS ET DES MAISONS

En janvier 1997, la SCHL publiait des annonces sur l'étude dans les quotidiens *Ottawa Citizen* et *Le Droit*. Il y avait deux prérequis : les participants ne devaient ni fumer ni posséder d'animaux domestiques. Ces exigences visaient à éviter les facteurs confusionnels que la présence d'animaux domestiques et l'usage du tabac introduiraient dans l'étude. En deux semaines, plus de 50 personnes intéressées à participer à l'étude ont répondu à l'annonce.

Un court questionnaire de deux pages a servi à consigner les renseignements sur chaque répondant. Le questionnaire servait à déterminer les problèmes de santé éprouvés par l'appelant ou les autres occupants de la maison, la possibilité que les problèmes soient reliés à la maison et la volonté des propriétaires-occupants d'exécuter des rénovations à leurs frais afin d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur de leur maison.

Les participants au projet ont aussi été recrutés par l'entremise de la Division de la recherche de la SCHL, de l'équipe de projet et de médecins de la région d'Ottawa-Hull.

Bien qu'on leur ait offert de procéder gratuitement à une vérification de la qualité de l'air à l'intérieur de leur habitation, à des travaux d'ingénierie ainsi qu'à des tests sur la qualité de l'air intérieur (QAI), avant, pendant et après les correctifs, bon nombre d'appelants ne pouvaient ou ne voulaient s'engager à rénover leur maison. Un certain nombre ont dit qu'ils déménageraient avant d'entreprendre des travaux de rénovation. D'autres appelants ne semblaient pas éprouver de problèmes d'asthme reliés à leur milieu de vie.

En bout de ligne, 11 maisons ont été sélectionnées dans la région d'Ottawa-Hull. La sélection comprenait des maisons individuelles et une maison jumelée âgées de 15 à plus de 90 ans. Toutes étaient habitées depuis plus d'un an par la personne asthmatique et toutes étaient occupées par leur propriétaire. Ces maisons ont été soumises à une sélection plus poussée dans l'étape suivante de l'étude. Finalement, six maisons ont été choisies sur les onze aux fins de l'étude.

3. SÉLECTION FINALE DES SIX MAISONS DE L'ÉTUDE PILOTE

On a visité chacune des 11 maisons et fait passer une entrevue aux occupants. Une étude préliminaire a permis d'évaluer les problèmes de qualité de l'air intérieur, de recueillir de l'information sur l'état de santé de la personne asthmatique et de déterminer la volonté du propriétaire-occupant d'accomplir les travaux de rénovation et de participer à l'étude.

En particulier, les inspections détaillées des maisons comprenaient ce qui suit :

- faire parvenir un questionnaire détaillé à la personne asthmatique pour recueillir des renseignements sur elle, ses problèmes médicaux ainsi que sa maison;
- procéder à une inspection de la qualité de l'air intérieur au moyen du protocole élaboré pour le Programme de formation d'investigateur en qualité de l'air des habitations;
- préparer une liste préliminaire de stratégies correctrices et dresser la liste des travaux par ordre de priorité;
- préparer des estimations des coûts des correctifs proposés;
- établir un calendrier préliminaire pour le contrôle et la rénovation de chaque maison.

L'inspection a été faite conformément au protocole élaboré pour le Programme de formation d'investigateur en qualité de l'air des habitations. Ce protocole consistait à inspecter les maisons, puis à déterminer, à partir des observations, les sources des problèmes de QAI et leurs solutions. Aucune analyse de contaminants n'était effectuée pendant l'inspection initiale.

Une liste des correctifs suggérés et des estimations des coûts était élaborée à partie des vérifications préliminaires.

Le tableau 3.1 contient un résumé des constatations découlant des vérifications de la qualité de l'air effectuées à l'intérieur des 11 maisons. Un compendium des constatations maison par maison est présenté dans les annexes A et B. L'annexe A contient un résumé des données sur les maisons 1 à 6, soit les maisons qui ont été choisies en bout de ligne pour faire l'objet d'une vérification plus poussée ainsi que de correctifs. L'annexe B contient un résumé des données sur les maisons 7 à 11.

Chacune des 11 maisons répondait aux critères de participation à l'étude. Chacune d'elle était occupée par une personne asthmatique. On y trouvait ni fumeur ni animal domestique. Chaque maison présentait des problèmes de qualité de l'air intérieur pour lesquels il existait des solutions. Les résultats de la vérification préliminaire ont été communiqués à chaque propriétaire-occupant.

Dans dix des onze maisons, les problèmes de qualité de l'air intérieur étaient surtout reliés aux moisissures. Ces constatations correspondaient à celles d'une étude précédente[1] où l'on avait établi que les moisissures constituaient la principale source de problème de qualité de l'air intérieur. Une maison avec du tapis neuf au sous-sol faisait exception. Dans une autre maison, un déversement d'hydrocarbures au sous-sol s'ajoutait aux problèmes de moisissures.

Cinq des onze maisons ont été éliminées. Quatre des propriétaires-occupants se disaient incapables d'exécuter les rénovations proposées selon le calendrier de l'étude. Un propriétaire-occupant ne voulait accomplir qu'une partie des rénovations requises. Un autre a appliqué l'une des recommandations préliminaires de la vérification avant que les premiers tests n'aient lieu. Un système de ventilation avait été installé dans la maison, mais de manière à priver l'occupant asthmatique de certains de ses avantages.

Les six autres maisons ont été retenues pour le reste de l'étude ainsi que la vérification détaillée de la qualité de l'air intérieur. Elles ont été choisies en raison de la détermination de leur propriétaire à y améliorer la qualité de l'air intérieur, des liens forts entre le logement et l'asthme signalés par la personne asthmatique ainsi que de la volonté de coopérer à la réalisation de l'étude et d'exécuter les travaux de rénovation.

Deux maisons témoins ont été choisies parmi les cinq maisons éliminées. De même, deux autres maisons témoins ont été fournies par des participants qui se sont portés volontaires. Dans deux des maisons témoins, on a vérifié la présence d'acariens détriticoles au sous-sol et dans le séjour, on a prélevé à l'aide d'un aspirateur des échantillons de poussière qui ont été analysés pour y détecter la présence de moisissures et on a pris une série d'échantillons d'air.

Tableau 3.1
Résumé des vérifications de la qualité de l'air à l'intérieur de 11 maisons

Maison nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nombre d'occupants	2 adultes, 2 enfants	2 adultes	2 adultes, 1 enfant	2 adultes	2 adultes, 2 enfants	2 adultes, 2 enfants	3 adultes	2 adultes, 2 enfants	2 adultes, 2 enfants	2 adultes	2 adultes, 2 enfants
Problèmes de santé	femme de 48 ans – asthme +	homme de 44 ans – asthme	enfant de 4 ans – asthme, et mère allergique	femme de 38 ans – asthme	femme de 39 ans – asthme	femme de 15 ans – asthme	femme de 56 ans – asthme	femme de 45 ans – asthme +	femme de 44 ans et fils de 12 ans – asthme +	femme de 74 ans – asthme	fils de 8 ans – asthme
Allergies	poussière, moisissures, produits chimiques, etc.	parfums, poussière, etc.	aliments et environnement	pesticides, charbon et mazout, poussière, etc.	poussière, moisissures, herbe, fumée, etc.	poussière, plumes, chats, etc.	poussière, moisissures, pollen, etc.	poussière, moisissures, pollen, etc.	produits chimiques, fumée, etc.	poussière, produits chimiques, fumée, etc.	chiens, chats, moisissures, poussière, mauvaise herbe, etc.
Âge de la maison	années 1930	années 1980	1955	avant 1930	1920	1946	1941	1966	1967	années 1940	1969
Type de maison	maison individuelle à 2 étages	maison individuelle de plain-pied	maison individuelle de plain-pied	maison jumelée à étage	maison à 2 étages en maçonnerie	maison individuelle à étage en maçonnerie	maison à mi-étages individuelle	maison ranch de plain-pied	maison individuelle à étage	maison individuelle de plain-pied	maison individuelle de plain-pied
Fondation	béton – sous-sol et vide sanitaire	béton – sous-sol	béton – sous-sol	béton – sous-sol	moellon brut – sous-sol, vide sanitaire	béton – sous-sol et vide sanitaire	béton – sous-sol et vide sanitaire	béton – sous-sol	béton – sous-sol	béton et brique – sous-sol	béton – sous-sol
Installation de chauffage	générateur-pulseur d'air chaud au mazout, plinthes électriques	plinthes électriques	générateur-pulseur d'air chaud électrique	générateur-pulseur d'air chaud	chauffage hydronique au gaz naturel, foyer au bois	générateur-pulseur d'air chaud	générateur-pulseur d'air chaud au gaz, foyer	générateur-pulseur d'air chaud électrique	générateur-pulseur d'air chaud au mazout, foyer	générateur-pulseur d'air chaud et climatiseur	plinthes électriques
Utilisation des fenêtres	ouvertes à l'année longue	en été	légèrement ouvertes à l'année longue	en été	ouvertes à l'année longue	ouvertes à l'année longue	ouvertes à l'année longue	légèrement ouvertes à l'année longue	ouvertes à l'année longue	ouvertes à l'année longue	ouvertes la semaine à l'année longue
Condensation sur les fenêtres	occasionnelle – sous-sol, salles de bain	fréquente	fréquente		fréquente		fréquente en hiver	occasionnelle sur les murs	occasionnelle en hiver	occasionnelle en hiver	fréquente
Aires froides, courants d'air	oui	oui	oui	oui	oui	oui	trappe de grenier	sous-sol	oui	s.o.	s.o.
Moquette	grande surface	grande surface	petite surface	petite surface	petite surface	petite surface	petite surface	petite surface	grande surface	grande surface	+ de 50 %
Utilisation de produits parfumés	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui

Tableau 3.1
Résumé des vérifications de la qualité de l'air à l'intérieur de 11 maisons (Suite)

Maison nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Entreposage d'articles au sous-sol	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui, secs	oui	oui
Problèmes majeurs	• moisissures au sous-sol • moquettes au niveau supérieur • manque de ventilation • infiltration d'eau possible par les murs du sous-sol	• moisissures nombreuses • manque de ventilation	• moisissures au sous-sol • manque de ventilation • fuites d'eau • sources de contaminants	• moisissures • humidité au sous-sol • saleté dans les conduits	• moisissures au sous-sol • manque de ventilation	• infiltration d'humidité dans la maison par le sol et le toit • moisissures au sous-sol • l'air du vide sanitaire dont le sol est en terre entre dans la maison	• niveaux élevés d'humidité • moisissures ou cristaux au sous-sol	• moisissures au sous-sol • niveaux élevés d'humidité • ventilation insuffisante	• contamination chimique • légères traces de moisissures	• déversement d'hydrocarbures en 1996 • problèmes de moisissures de longue date • mauvaise ventilation	• moisissures au sous-sol • manque de ventilation
Autres problèmes relevés							• plancher en dalles dans le vide sanitaire		• odeurs du garage qui s'infiltrent dans la maison		
Correctifs minimums	• désencombrer le sous-sol • nettoyer les murs et le plafond du sous-sol avec de l'eau de Javel • injecter de mousse les orifices dans le mur • peindre le plancher de béton • excaver le périmètre extérieur de la maison • installer un VRT	• dénuder le sous-sol • nettoyer toutes les surfaces avec de l'eau de Javel • excaver le périmètre extérieur • remplacer le VRT	• corriger le problème de tuyau d'évacuation • dénuder, nettoyer et sceller le sous-sol • nettoyer et faire des réparations mineures • enlever la moisissure des dormants de fenêtres • enlever la moquette de la salle à manger • installer un VRT • niveler le terrain	• nettoyer le sous-sol • poser un évent extérieur à la sécheuse • injecter de mousse tous les orifices des murs et des planchers • étanchéiser et nettoyer les conduits • installer un VRT	• dénuder et nettoyer le sous-sol • nettoyer le parquet en bois dur ou remplacer les parties abîmées • installer un VRT • nettoyer et faire des réparations mineures • niveler le terrain • remplacer la cuisinière à gaz	• réparer le vide sanitaire • nettoyer • niveler le terrain afin d'éloigner les eaux de ruissellement de la maison • installer un VRT • enlever ou remplacer la moquette	• niveler le terrain autour de la maison • couler un plancher en béton dans le vide sanitaire • désencombrer et faire des réparations mineures • installer un VRT • enlever le papier peint du rez-de-chaussée	• dénuder et nettoyer le sous-sol • désencombrer et faire des réparations mineures • niveler le terrain autour de la maison • installer un VRT	• désencombrer et faire des réparations mineures • nettoyer le sous-sol • étanchéiser la maison • enlever la moquette • installer un VRT	• enlever le béton et la terre imbibés de mazout • désencombrer • nettoyer le sous-sol • recouvrir le puisard • enlever la moquette • installer un VRT	• désencombrer • dénuder le sous-sol et le nettoyer ainsi que le puisard • installer un drain autour de la maison • enlever le mobilier en panneau de particules • installer un VRT

4. TESTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR — JUSTIFICATION ET MÉTHODE

Divers test ont été effectués pour déterminer la présence de moisissures, de champignons et de contaminants dans chacune des six maisons. Des échantillons d'air, de matières, de poussière et des frottis de surfaces ont été recueillis et analysés pour déterminer la qualité de l'air dans chaque maison ainsi que les problèmes.

L'emplacement et le type de test ont été choisis en fonction des constatations de la vérification préliminaire et du protocole élaboré par la Division de la recherche de la SCHL ainsi que la firme Buchan, Lawton, Parent Ltd. La présente section décrit la gamme de tests effectués, les emplacements habituellement retenus pour ceux-ci et la description des seuils à partir desquels les relevés posaient problème.

L'annexe C décrit les méthodes suivies par les laboratoires pour analyser les divers échantillons recueillis dans le cadre de l'étude.

Dioxyde de carbone

La vérification du niveau de dioxyde de carbone (CO_2) a été effectuée pendant une période de deux jours à l'aide du détecteur de gaz *Progeco tech* PL-CO_2. Le détecteur a été placé dans la chambre principale de chacune des maisons. Le niveau de CO_2 dans l'air a été échantillonné à toutes les 20 secondes. Aux fins de l'étude, on a retenu le niveau de CO_2 le plus élevé détecté au cours de la période de deux jours.

Le niveau de fond moyen de CO_2 dans l'air extérieur est de 340 mg/l. Les niveaux intérieurs tendent à être plus élevés que les niveaux extérieurs. Selon Santé et Bien-être social Canada[2], des lectures supérieures à 600 mg/l ont été associées à des problèmes de congestion, de maux de tête, de fatigue, d'odeurs désagréables et de chaleur exagérée. Des lectures de plus de 1 000 mg/l dans des milieux non résidentiels indiquent un manque d'air frais et, par conséquent, une insuffisance de la ventilation. Du point de vue de la santé[3], le niveau d'exposition au CO_2 qu'on juge acceptable à long terme pour ce qui est de l'air à l'intérieur des résidences est de 3 500 mg/l.

Les sources de CO_2 comprennent la respiration humaine, les moteurs à combustion et les appareils de combustion comme les appareils de chauffage au kérosène de même que les générateurs d'air chaud au mazout et au gaz. On obtient généralement des baisses importantes des niveaux de CO_2 en augmentant la ventilation.

Composés organiques volatils

Les tests sur les composés organiques volatils (COV) ont indiqué la présence de composés chimiques dans l'air intérieur. Ces résultats peuvent aussi révéler une certaine activité fongique. Un échantillon d'air a été pris dans le sous-sol de chaque maison durant les premiers tests. Un tube absorbant au charbon 3M a été employé dans un détecteur de vapeur organique 3M *3500* afin d'obtenir des échantillons d'air pour l'analyse sur les COV.

Dans la plupart des cas, les analystes de laboratoire ont été en mesure d'établir les divers paramètres des COV présents dans l'échantillon. Il a été possible d'en tirer de l'information sur les sources potentielles de COV.

Le tableau 4.1 énumère quelques composés organiques volatils courants ainsi que leurs sources potentielles.

Miller et al.[4] ont abordé le concept des composés organiques volatils totaux (COVT) dans leur examen des champignons dans les maisons canadiennes. On faisait état de problèmes de santé lorsque la valeur des COVT dépassait 2 mg/m^3.

Humidité relative

Des mesures de l'humidité relative et de la température ont été utilisées afin de documenter les conditions ambiantes dans les maisons. Des relevés ponctuels ont été effectués au sous-sol et

Tableau 4.1
Sources habituelles de COV

COV	Source habituelle
Alpha-pinène	Composé de terpène utilisé dans les assainisseurs d'air et les produits de nettoyage à titre d'activateur
1-Chloro, 1,1-difluoroéthane	Propulseur d'aérosol
Carène et 3-Carène	Composé de terpène utilisé dans les assainisseurs d'air et dans les produits de nettoyage à titre d'activateur
Chlorofluorocarbures	Utilisés comme réfrigérant et propulseur d'aérosol
Dichlorodifluorométhane	
Éthylbenzène	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Hydrocarbure	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Limonène	Composé de terpène utilisé dans les assainisseurs d'air et les produits de nettoyage à titre d'activateur
Hydrocarbure saturé	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Perchloréthylène	Solvant chloré utilisé pour le nettoyage à sec et comme solvant de dégraissage industriel
Tétraméthylbenzène	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Toluène	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Trichlorofluorométhane	
Trimethylbenzene	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage
Xylène	Distillats d'hydrocarbures pétroliers présents dans les carburants, les solvants et les produits de nettoyage

au rez-de-chaussée des maisons à l'aide d'un psychromètre, avant et après les rénovations. On a jugé que les relevés d'humidité relative dépassant la norme acceptée de 30 à 80 % en été et de 30 à 55 % en hiver[5] posaient problème.

Échantillonnage et analyse des moisissures

Ergostérol

La concentration d'ergostérol peut servir d'indicateur de la biomasse fongique et de déterminant de son activité[6] dans l'environnement intérieur.

Aux fins de la présente étude, des cassettes de filtre ont été exposées à l'air du sous-sol ou de la buanderie de la maison et analysées par le laboratoire. Le seuil de détection le plus bas pour l'ergostérol était de 0,1 ug/m^3.

Dans des études dirigées par Miller et al.[7], une forte corrélation a été relevée entre les niveaux d'ergostérol dans la poussière domestique et les unités formant colonie (UFC) des champignons présents dans la poussière et l'air domestiques des maisons à problème. Le ratio d'ergostérol aux UFC a augmenté dans une proportion de 1:1. Les auteurs ont conclu que les niveaux élevés d'ergostérol indiquaient des niveaux élevés d'UFC dans l'environnement intérieur.

Échantillons d'air

On considère que les spores des moisissures et des champignons en suspension dans l'air des maisons constituent un indicateur efficace des

problèmes de qualité de l'air intérieur. Des échantillons d'air ont été prélevés à un certain nombre d'endroits de chaque maison au moyen d'un échantillonneur d'air Biotest RCS-232. Les points d'échantillonnage comprenaient la salle de séjour, la cuisine, la salle de bain de l'étage, une ou deux chambres, deux emplacements au sous-sol et un emplacement à l'extérieur de la maison. Un échantillon témoin (laissé en blanc) a été analysé pour chaque maison.

Des échantillons d'air additionnels ont été pris immédiatement après l'essai de fuite d'air effectué dans la maison. Cet essai déplaçait l'air dans la maison et avait tendance à se révéler un mécanisme efficace pour agiter celui-ci.

Le RCS est échantillonneur centrifuge dans lequel l'air de la pièce est propulsé au travers d'un milieu gélosé par une roue à ailettes pendant une période précise. Aux fins de l'étude, les bandes de gélose ont été exposées pendant quatre minutes, puis scellées et réfrigérées jusqu'à leur livraison au laboratoire, moins de 24 heures plus tard.

Tel que mentionné à divers endroits dans la documentation, le seuil au-delà duquel les résultats des échantillons d'air posent problème varie beaucoup selon le type de champignon trouvé, la diversité des moisissures et le dénombrement des unités formant colonie[8,9]. De petits nombres de champignons toxicogènes[10] sont beaucoup plus inquiétants que de grands nombres d'UFC d'un champignon non toxicogène. Certaines espèces de champignons telles que le *Cladosporium*, l'*Alternaria* et l'*Aureobasidium* sont fréquentes dans l'air extérieur[11]. La présence de ces champignons dans l'air intérieur est plus souvent attribuable à une source extérieure qu'à une source intérieure.

Échantillons de poussière aux fins d'analyse des moisissures

On a demandé aux propriétaires-occupants d'installer un nouveau sac sur leur aspirateur et de nettoyer toute la maison. Il fallait que le sac soit au moins rempli à moitié pour obtenir un profil aussi complet que possible de la poussière présente dans la maison. Le sac de l'aspirateur a été envoyé au laboratoire pour fins d'analyse.

Actuellement, il n'existe ni normes ni directives pour l'établissement des seuils acceptables de moisissures et de champignons dans les échantillons de poussière. Lors de l'examen des résultats de l'analyse, on a comparé l'information aux résultats des autres méthodes d'échantillonnage pour déceler la présence de types de moisissures ou de champignons différents dans la poussière recueillie à l'aide de l'aspirateur.

Échantillons globaux

Des échantillons globaux tels que de petites pièces de moquette, de carreau de vinyle, de boîtes de carton, de bois ainsi que d'isolant ont été prélevés et analysés. Dans la plupart des cas, il s'agissait d'échantillon sur lequel des moisissures étaient visibles ou de matière soupçonnée d'être une source de contamination. Les échantillons prélevés ont été placés dans un sac à fermeture par pression et glissière, étiquetés puis envoyés au laboratoire pour fins d'analyse.

Pour les échantillons globaux, le nombre de + indique la poussée relative des espèces trouvées. L'absence de + indique une faible poussée et la série suivante de +++++ indique une poussée maximale selon l'opinion de l'analyste.

Comme dans le cas des échantillons de poussière, il n'existe ni directives ni normes pour la détermination des niveaux acceptables de moisissures ou de champignons dans un échantillon. La comparaison des concentrations microbiennes et des types de microbes avec les résultats des analyses de l'air et les autres résultats aiderait à déterminer si les moisissures ou les champignons poussaient sur l'échantillon global.

Échantillons sur microplaquettes

Lorsqu'il était impossible de prélever un échantillon global d'une moisissure ou d'une poussée duveteuse visible, on procédait à l'aide d'une microplaquette ou d'un écouvillon. Dans le cas des échantillons sur microplaquette, un morceau de ruban transparent était placé sur la moisissure et utilisé pour transférer l'échantillon sur la plaquette de visionnement d'un microscope.

Échantillons sur écouvillons insérés dans des tubes à culture

Comme dans le cas des échantillons sur microplaquettes, l'emploi d'un écouvillon peut se révéler une méthode utile pour localiser les sources de poussée microbienne. En règle générale, les échantillons sur écouvillons n'ont été prélevés que sur des surfaces dures. La surface était essuyée à l'aide d'un écouvillon stérile qu'on insérait par la suite dans un tube à culture expédié au laboratoire pour fins d'analyse.

Dans le cas des échantillons sur écouvillons, le nombre de + indique la poussée relative des espèces trouvées; la présence d'un seul + indique une faible croissance, et la présence de cinq +, une croissance maximale selon l'opinion de l'analyste.

Encore une fois, il n'existe pas de normes ou de directives pour l'évaluation des frottis des surfaces. Selon Yang[12], les résultats d'analyse qui révèlent peu de types de microbes (habituellement pas plus de trois types) dont la numération sur plaque est toutefois élevée suggèrent une poussée des microbes en question. Les résultats qui révèlent la présence de nombreux types microbiens (habituellement plus de cinq) possédant peu de colonies chacun suggèrent que les particules de poussière ont cessé de pousser.

Allergènes d'acariens détriticoles

Les excréments d'acariens détriticoles sont l'une des causes les plus fréquentes d'allergie chez les humains. Deux échantillons de poussière ont été prélevés dans chaque maison et analysés pour y déceler la présence d'acariens détriticoles. En règle générale, les échantillons étaient prélevés sur le lit et l'oreiller des personnes asthmatiques ainsi que sur la moquette du sous-sol ou à un autre endroit de la maison où la personne asthmatique éprouvait des problèmes. On s'est abstenu de prélever des échantillons de poussière dans le sous-sol de certaines maisons.

Les échantillons ont été obtenus en insérant un filtre à poussière spécial fourni par le laboratoire d'analyse dans le suceur d'un aspirateur, et en aspirant ensuite la poussière recouvrant l'article visé. Les échantillons ont ensuite été analysés par le Dermatology, Allergy and Clinical Immunology Laboratory, Johns Hopkins University School of Medicine, 5501 Hopkins Bayview Circle, Baltimore, Maryland, 21224.

Essai de fuite d'air

Un essai de fuite d'air a ensuite été effectué dans chaque maison afin d'en établir l'étanchéité. L'essai a été effectué conformément à la norme CAN/GGSB-149.10-86 Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur.

La détermination de l'étanchéité à l'air est un outil qui sert à vérifier la conformité au Programme de la maison R-2000. Pour respecter les exigences en matière d'étanchéité à l'air, les résultats de l'essai de fuite d'air effectué dans une maison doivent être inférieurs à 1,5 renouvellement d'air par heure à une pression de 50 pascals (RAH@50Pa). De nos jours, une maison type construite en série au Canada affiche un taux d'environ 3,5 RAH@50Pa, et il n'est pas rare pour une maison canadienne âgée de 25 ans de présenter une valeur de contrôle de 5 à 10 RAH@50Pa ou même plus.

5. CONTRÔLE DE LA SANTÉ

L'information sur la santé des participants a été recueillie de trois manières : des entrevues, des questionnaires détaillés remplis par les participants avant et après les travaux de rénovation, et le suivi de leur santé que les participants ont effectué pendant l'étude.

Dans le cadre de l'étude, le suivi de la santé consistait à enregistrer les symptômes et à prendre des mesures du débit expiratoire maximal. Conformément aux consignes des conseillers médicaux du projet, on a demandé aux participants de mesurer leur débit expiratoire maximal afin d'obtenir un indicateur de l'évolution de leur santé pendant la durée de l'étude. On a aussi demandé aux participants de consigner tout symptôme ou tout fait relié à la santé dans le même carnet servant à noter leur débit expiratoire maximal quotidien.

Au début de l'étude, on a invité les participants à une rencontre où un technicien en inhalothérapie leur a montré à mesurer les débits maximaux. On a aussi remis aux participants un débitmètre pour débit de pointe. Le relevé enregistré était le meilleur de trois expirations forcées successives.

On a demandé aux participants de vérifier leur débit expiratoire maximal chaque jour, dans la mesure du possible, et de procéder à une série de tests afin de comparer leur débit expiratoire maximal au sous-sol une fois par semaine, pendant trois semaines, au début de l'étude, au début de la période de chauffe et à la fin de l'étude. Le sous-sol de chaque maison constituait un problème majeur à cause des comptes élevés de moisissures. En outre, la plupart des asthmatiques avaient rapporté des problèmes d'asthme importants lorsqu'ils se rendaient au sous-sol. Les tests effectués au sous-sol servaient donc à documenter tout changement de l'état de santé des asthmatiques dans l'emplacement où ils éprouvaient le plus de difficulté.

Dans le cadre du test quotidien, les participants mesuraient leur débit maximal au réveil et juste avant de se mettre au lit. Ils devaient prendre des mesures additionnelles à chaque fois qu'ils sentaient une différence de leur respiration. De plus, on leur demandait de tenir un registre des événements se rapportant aux activités, aux expositions, au logement, au style de vie, au stress, à la température et aux autres facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur leur respiration. Les participants qui prenaient des médicaments comme du salbutamol (*Ventolin*) ou de l'atrovent devaient mesurer leur débit maximal après chaque absorption de ceux-ci.

Le débit maximal des participants a été mesuré avant, pendant et après un séjour au sous-sol. Les tests ont eu lieu une fois par semaine pendant trois semaines et visaient à documenter les effets de l'environnement au sous-sol sur la respiration des participants. Les participants devaient s'abstenir d'utiliser leur bronchodilatateur pendant six heures avant tout test et durant le test.

Le test durait deux heures et comportait les étapes suivantes :

a) prendre deux mesures du débit expiratoire maximal, à 10 minutes d'intervalle, avant de se rendre au sous-sol;

b) mesurer le débit expiratoire maximal aussitôt arrivé au sous-sol;

c) prendre une mesure du débit expiratoire maximal à toutes les dix minutes pendant une heure lorsque le participant était au sous-sol (les participants qui ne pouvaient pas demeurer au sous-sol aussi longtemps devaient prendre au moins une mesure);

d) prendre des mesures du débit expiratoire maximal immédiatement après avoir quitté le sous-sol, puis à toutes les dix minutes pendant une heure après avoir quitté le sous-sol.

Les participants ont été avisés de placer leur sécurité au-dessus de l'étude. Ils ne devaient en aucun cas se mettre dans une situation susceptible de nuire à leur santé ou à leur sécurité.

Les participants qui s'absentaient de leur maison devaient suivre les mêmes consignes, soit de mesurer leur débit expiratoire maximal le matin et le soir. Les participants qui ne prévoyaient pas s'absenter devaient prendre des mesures de leur débit expiratoire maximal après être demeurés à l'extérieur pendant un certain temps.

On a invité une mère et son fils ainsi que quatre adultes à servir de sujets témoins pour l'étude. La mère et le fils ont abandonné le projet. Deux des sujets témoins occupaient les maisons 8 et 13.

6. RÉSULTATS DES TESTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR EFFECTUÉS AVANT LA RÉNOVATION

Une variété de paramètres a été analysée afin de déterminer si des moisissures et d'autres contaminants étaient présents dans chacune des six maisons. Les résultats de tout l'échantillonnage pris dans chaque maison sont fournis à l'annexe A. La présente section résume les résultats des test menés avant la rénovation des maisons et documente les relevé obtenus dans chaque maison avant les rénovations et qui étaient supérieurs aux niveaux acceptés ou qui contenaient des moisissures toxicogènes ou pathogènes.

Dioxyde de carbone

Dans deux des maisons, le niveau de CO_2 dans la chambre principale était d'environ 1 000 mg/l. Le tableau 6.1 fournit les relevés maximaux de CO_2 obtenus dans chaque maison ainsi que le relevé moyen au cours de la période de deux jours.

COV

Des relevés de COV ont été effectués au sous-sol de chaque maison. Dans les maisons 1, 2, 4 et 6, le laboratoire a trouvé quels composés organiques volatils étaient présents. Dans la plupart des cas, ils étaient associés aux produits parfumés et aux nettoyants. Aucune maison n'affichait des niveaux totaux de COV supérieurs à 2,0 mg/m^3. Dans les maisons 3 et 5, le total des COV n'atteignait que 0,1 mg/m^3, et le laboratoire a été incapable de déterminer de quels composés il s'agissait en particulier. Ces très faibles concentrations de COV sont probablement attribuables à un défaut d'échantillonnage ou d'analyse. Le table 6.2 présente les relevés de COV enregistrés dans chaque maison.

Humidité relative

Les relevés d'humidité relative obtenus dans les diverses maisons correspondaient à la fourchette acceptable pour les mois les plus chauds du printemps ainsi que les mois d'été.

Ergostérol

Les niveaux très faibles et indécelables obtenus dans ces maisons sont incohérents compte tenu de la moisissure relevée dans l'environnement pendant les inspections. Les résultats semblent indiquer des difficultés avec la méthode d'échantillonnage ou les vérifications analytiques.

Moisissures, champignons et microbes

Les résultats des tests de moisissure sont résumés dans les tableaux 6.5 à 6.12. Le tableau 6.5 donne la liste des moisissures trouvées dans les maisons visées par l'étude. Les tableaux 6.6 à 6.13 fournissent une compilation des résultats des tests effectués dans chacune des six maisons avant et après les rénovations. Les résultats des tests menés dans les deux maisons témoins (les maisons 8 et 13) sont aussi inclus.

Tableau 6.1
Niveaux de CO_2 dans chaque maison

Maison nº	1	2	3	4	5	6
Emplacement	sous-sol	chambre principale	chambre principale	chambre principale	chambre principale	chambre principale
Relevé maximal (mg/l)	750	1 160	690	620	800	980
Relevé moyen (mg/l)	510	650	465	450	570	700

Tableau 6.2
Relevés de COV dans chaque maison *(Mesures prises au sous-sol de chaque maison)*

	Maison n°					
Paramètre	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Total des COV (mg/m³)	1,3	0,83	0,1	0,33	0,1	0,42
Dichlorodifluorométhane		0,26				
Trichlorofluorométhane		0,15				
Toluène		0,14		0,003		0,07
Éthylbenzène				0,010		
1-Chloro, 1,1-difluoroéthane	0,08					
Xylène	0,05	0,20		0,048		0,01
Xylène		0,07		0,013		0,004
Hydrocarbure saturé	0,02					
Hydrocarbure	0,05			0,040		
Alpha-pinène	0,17	0,11				0,04
Hydrocarbure saturé	0,18	0,11				0,007
Hydrocarbure saturé	0,06					
Carène						0,009
3-Carène	0,08					
Triméthylbenzène		0,05		0,023		
Limonène	0,19	0,11		0,047		0,09
Hydrocarbure saturé	0,17					
Tétraméthylbenzène	0,13					
Hydrocarbure		0,14		0,011		

Tableau 6.3
Relevés d'humidité relative dans chaque maison

Maison n°	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Date du relevé	1997/06/11	1997/06/16	1997/06/19	1997/06/26	1997/07/08	1997/07/18
Rez-de-chaussée	67 %	53 %	60 %	65 %	58 %	53 %
Sous-sol			54 %	70 %		59 %

Tableau 6.4
Relevés d'ergostérol dans chaque maison *(Seuil de détection de 0,1 ug/m³)*

Maison n°	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Emplacement	sous-sol	sous-sol	sous-sol	buanderie	sous-sol	sous-sol
Résultat	aucun résultat	aucune trace	0,1 ug/m³	0,1 ug/m³	0,1 ug/m³	<0,1 ug/m³

Tableau 6.5
Moisissures trouvees dans les maisons visees par l'etude

Nom	Caractéristiques	Présente dans les maisons
Acremonium strictum	Moisissure hydrophobe trouvée parfois sur les matériaux de construction humides	***5***
Alternaria alternata	Espèce phyllosphère courante dans les échantillons d'air extérieur	1, 2, 3, 4, 5, 6
Aspergillus amstelodami	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques; plus courante dans les régions tropicales et subtropicales	***4***
Aspergillus fumigatus	Pathogène et toxicogène	1, 4
Aspergillus niger	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques; il s'agit d'un agent de décomposition courant des matières organiques	1, 4, 6
Aspergillus ochraceus	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***4***, 5
Aspergillus restrictus	Xérophile	***1, 3***
Aspergillus sydowii	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	3, ***5***, 6
Aspergillus ustus	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 2, 4
Aspergillus versicolor	Xérophile modérée — pousse sur les plaques de plâtre et les autres matières organiques; souvent associée à la condensation qui se forme sous les revêtements muraux en vinyle	1, 2, 3, 5
Aspergillus wentii	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***3***, 4, 5
Aureobasidium pullulans		1, 3
Chaetomium globosum	Champignon hydrophile qui cause une pourriture molle détruisant la cellulose dans la fibre ligneuse	1, 3, 4, ***5***
Cladosporium cladosporioides	Espèce phyllosphère courante dans les échantillons d'air extérieur	1, 2, 3, 4, 5, 6
Cladosporium herbarum	Espèce phyllosphère courante dans les échantillons d'air extérieur	1, 2, 3, 4, 5, 6
Cladosporium sphaerospermum	Pousse sur les matériaux de construction humides; espèce phyllosphère courante dans les échantillons d'air extérieur	1, 2, 3, 4, 5, 6
Fusarium (espèce)		2, 4, 6
Gliocladium roseum	Espèce halophile isolée à partir de matériaux de construction humides, notamment les plaques de plâtre	1
Memnoniella (espèce)		4 (échantillon global)
Mucor hiemalis	Isolée à partir de nombreuses matières	2, 3, 4, 5, 6
Mucor (espèce)	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 3, 4, 5
Paecilomyces variotii	Xérophile modérée — pousse sur les plaques de plâtre et les autres matières organiques; produit des mycotoxines	1, ***4***, 6
Penicillium aurantiogriseum	Toxicogène, peut se révéler pathogène — pousse sur les plaques de plâtre humides, thermorésistant, tolérante à l'acide et halophile; les éléments volatils inhalés sont cytotoxiques	1, 2, 3, 4, 5
Penicillium bilaii	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***2, 4***
Penicillium brevicompactum	Xérophile modérée — pousse sur les plaques de plâtre et les autres matières organiques; produit des mycotoxines	1, 4, 6
Penicillium citrinum		5
Penicillium chrysogenum	Espèce courante présente sur les produits alimentaires et les matériaux de construction, ainsi que dans les échantillons d'air intérieur et extérieur — l'absence d'isolats non-sporulés à l'extérieur peut indiquer que l'intérieur est humide	1, 2, 3, 4, 5, 6
Penicillium commune	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 2, 3, 4, 5
Penicillium corylophilum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 2, ***3***, 4, ***5***, 6
Penicillium crustosum	Xérophile modérée — pousse sur les plaques de plâtre et les autres matières organiques; tolérante à l'acide et produit des mycotoxines	***2***, 4, 5

Tableau 6.5
Moisissures trouvées dans les maisons visées par l'étude (suite)

Nom	Caractéristiques	Présente dans les maisons
Penicillium decumbens	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 3, 5, 6
Penicillium fellutanum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1
Penicillium glabrum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***2***
Penicillium janthinellum	Champignon répandu, thermorésistant, tolérant à l'acide et halophile — pousse sur les substrats organiques en décomposition; on lui a imputé récemment les infections fongiques envahissantes	***2, 5***
Penicillium olsonii	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 3, 4, 5
Penicillium oxalicum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 3, 4, 5
Penicillium purpurogenum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 2, 3, 4, 5
Penicillium restrictum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1, 6
Penicillium rugulosum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***3***, 4
Penicillium simplicissimum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	1,2, ***4***, 5
Penicillium spinulosum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	***1, 4***
Penicillium variabile	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	4
Penicillium verrucosum	Isolée à partir d'une vaste gamme de substrats organiques	5, 6
Penicillium viridicatum	Xérophile modérée — pousse sur les plaques de plâtre et les autres matières organiques; produit des mycotoxines	1, 2, 3, 4, 5, 6
Penicillium (espèce)		1, 2, 3, 4, 5, 6
Phialophora melinii	Moisissure hydrophile habituellement présente sur les substrats cellulosiques très humides	***4***
Rhizopus (espèce)		4, 5
Scopulariopsis brevicaulis	Isolée à partir de nombreuses matières	2, 3, ***4***
Stachybotrys chartarum	Moisissure hydrophile — isolée à partir de matières contenant de la cellulose, y compris le carton des plaques de plâtre; même les spores non viables sont toxicogènes et allergènes; une exposition élevée peut causer l'hémosidérose pulmonaire chez les enfants en bas âge et une pneumopathie grave chez les adultes	2, 4
Talaromyces flavus		1
Trichoderma harzianum	Hydrophile — pousse sur les produits ligneux	***1***, 5
Trichoderma viride	Hydrophile — pousse sur les produits ligneux	4
Ulocladium botrytis		3
Ulocladium chartarum	Espèce phyllosphère courante dans les échantillons d'air extérieur; peut pousser sur les matériaux de construction	***1, 5***
Verticillium (espèce)	La plupart des espèces sont des agents pathogènes des plantes	1, 4
Wallemia sebi	Extrêmement xérophile, pousse sur la matière organique	3, 4

ainsi que d'autres microbes et bactéries, notamment :

actinomycète	bactérie filamenteuse	***2***, 3, 4, 5
ascomycète (1))		4
bactérie — ivoire		
isolat non sporulé — bord beige/rose, vert/orange/blanc, jaune/vert, et plus de 35 autres combinaisons de couleurs		
isolat inconnu		
levure — rose, noire		
crochets		

Notes

xérophile — peut pousser dans des conditions relativement sèches
hydrophile — a de l'affinité pour l'eau
les numéros en gras et en italique indiquent des moisissures trouvées seulement après les travaux de rénovation ou de nettoyage

Dans les tableaux 6.6 à 6.13, chacun des échantillons d'air a reçu une cote d'acceptabilité. Les critères utilisés pour établir la cote d'acceptabilité ont été élaborés par le Dr David Miller aux fins de la présente étude. Une cote inacceptable était assignée dès que l'un des critères suivants s'appliquait.

1. Ratio Miller élevé. Un ratio Miller de 1 est bon, et un ratio de 10 est mauvais. Le ratio Miller[13],[*Penicillium+Aspergillus+Eurotium*]/ phyllospère, est la somme des colonies dénombrées pour toutes les espèces de *Penicillium*, d'*Aspergillus* et d'*Eurotium*, divisée par les colonies dénombrées de moisissures phyllosphères.
2. Présence confirmée de *Stachybotrys chartarum*, d'*Aspergillus versicolor*, d'*Aspergillus fumigatus* et de *Fusarium moniliforme*. La présence est confirmée lorsqu'on a relevé plus d'une unité formant colonie.
3. Comptes élevés de moisissures. Des comptes de moisissures supérieurs à 150 UFC/m^3 indiquent la présence d'un problème[14].

Tableau 6.6
Maison 1 : Resume des tests de moisissure effectues avant les travaux de renovation

Échantillons d'air (11 juin 1997)	
Air extérieur	84 % de phyllosphères
Chambre principale	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Chambre de la fille	Acceptable
Partie nord du sous-sol	Inacceptable (comptes élevés de moisissure, ratio Miller > 5)
Partie sud du sous-sol	Inacceptable (présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*, ratio Miller > 20)
Chambre principale (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Mauvais (ratio Miller >1)
Sous-sol (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller > 2)
Échantillons globaux et échantillons sur microplaquette ainsi que sur écouvillon (11 juin 1997)	
Mur du sous-sol au-dessus du congélateur	Présence de poussée
Humidificateur du générateur d'air chaud	Présence de poussée
Tambour de l'humidificateur	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*
Fibres présentes dans la sécheuse	Absence de poussée
Tache brune derrière la sécheuse	Présence de poussée
Plateau du déshumidificateur	Présence de poussée
Bac d'égouttement du réfrigérateur	Absence de poussée
Échantillon de poussière de l'aspirateur	200 000 UFC/g dans 2 % MEA, 610 000 dans DG-18

Tableau 6.7
Maison 2 : Resume des tests de moisissure effectués avant les travaux de rénovation

Échantillons d'air (16 juin 1997)	
Air extérieur	73 % de phyllosphères
Salle à manger	Inacceptable (présence confirmée de *Stachybotrys chartarum*)
Chambre principale	Acceptable
Bureau du sous-sol	Acceptable
Buanderie du sous-sol	Inacceptable (nombre élevé d'*Aspergillus versicolor*, comptes très élevés de moisissure)
Sous-sol (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Rez-de-chaussée (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Échantillons globaux et échantillons sur microplaquette ainsi que sur écouvillon (June 11, 1997)	
Sous-sol – tapis du coin nord-ouest	Présence de poussée
Sous-sol – rognures d'un poteau du mur ouest	Présence de poussée
Sous-sol – poteau de la pièce où se trouve le foyer	Présence de poussée
Sous-sol – marques jaunes sur les carreaux du plafond	Présence de poussée
Sous-sol – endos de contreplaqué neuf	Présence de poussée
Sous-sol – avaloir de plancher	Présence de poussée
Sous-sol – lambourdes de bois traité sous pression et membrure du bas	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*, ratio Miller très élevé
Échantillon de poussière de l'aspirateur	80 000 UFC/g dans 2 MEA, 210 000 UFC/g dans DG-18 (ratio Miller >3)

Les critères du ratio Miller ont aussi été appliqués aux échantillons de poussière. Actuellement, il n'existe pas de repères clairs pour les échantillons de poussière. Les moisissures dénombrées par gramme d'échantillon de poussière ont été comparées aux valeurs trouvées dans les autres études. À Wallaceburg[15] et dans les 52 maisons visées par l'enquête[16], le relevé habituel était de 10e3/g, et un relevé de 10e5/g ou de 10e6/g était considéré élevé.

On a appliqué des étiquettes Présence de poussée ou Absence de poussée sur les échantillons globaux et les échantillons sur microplaquette ainsi que sur écouvillon. Une poussée est une moisissure autre que phyllosphère.

Tableau 6.8
Maison 3 : Résumé des tests de moisissure effectués avant les travaux de rénovation

Échantillons d'air (19 juin 1997)	
Air extérieur	Phyllosphères en quasi-totalité
Chambre d'enfant	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Chambre principale	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Buanderie du sous-sol	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Séjour du sous-sol	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Rez-de-chaussée (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Sous-sol (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Échantillons globaux et échantillons sur écouvillon (19 juin 1997)	
Sous-sol – partie sud – poudre blanche sur la moquette	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*
Sous-sol – duvet noir sur le carrelage	Absence de poussée
Sous-sol – duvet blanc sur le mur en blocs	Absence de poussée
Sous-sol – carton sur le plancher	Présence de poussée
Sous-sol – duvet noir sur le carrelage sous la moquette	Présence de poussée
Sous-sol – panneau recouvrant la pompe d'assèchement	Présence de poussée
Sous-sol – carreau de plafond	Absence de poussée
Séjour – calfeutrant	Présence de poussée
Salle de bain – conduit /plafond suspendu	Présence de poussée
Baignoire-tourbillon	Absence de poussée
Échantillon de poussière de l'aspirateur	140 000 UFC/g dans 2 MEA; 670 000 UFC/g dans DG-18

Tableau 6.9
Maison 4 : Résumé des tests de moisissure effectués avant les travaux de rénovation

Échantillons d'air (26 juin 1997)	
Air extérieur	90 % de phyllosphères
Rez-de-chaussée – toutes les pièces	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller très élevé)
Étage – toutes les pièces	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller de 3)
Sous-sol – partie nord	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Sous-sol – partie sud	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Chambre (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Sous-sol (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Inacceptable (comptes élevés de moisissure)
Échantillons globaux et échantillons sur écouvillon (26 juin 1997)	
Salle de bain de l'étage – sous le lavabo	Présence de poussée; présence confirmée d'espèces de type *Memnoniella*
Salle de bain de l'étage – saleté et poussière dans le registre	Présence de poussée
Salle à manger – reprise d'air du rez-de-chaussée	Présence de poussée
Haut de l'escalier du sous-sol	Présence de poussée
Sous-sol – mur du sud	Présence de poussée
Sous-sol – carrelage du plancher sous la toilette	Présence de poussée
Sous-sol – solive en bois	Présence de poussée; présence confirmée de *Stachybotrys chartarum*
Sous-sol – décombres dans le coin nord-est	Absence de poussée
Salle de bain de l'étage – meuble de lavabo	Présence de poussée
Échantillon de poussière de l'aspirateur (maison entière)	640 000 UFC/g dans 2 % MEA, 550 000 UFC/g dans DG-18

Tableau 6.10
Maison 5 : Résumé des tests de moisissure effectués avant les travaux de rénovation

Échantillons d'air (8 juillet 1997)	
Air extérieur	Plus de 90 % de phyllosphères
Chambre du 2e étage	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure)
Salle à manger	Inacceptable (comptes élevés de moisissure
Sous-sol	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller ~ 16, du *Penicillium* en quasi-totalité)
Chambre du 1er étage (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Acceptable
Sous-sol (après essai de mise sous pression négative par ventilateur)	Acceptable
Échantillons globaux et échantillons sur écouvillon (8 juillet 1997)	
Sous-sol – duvet gris au dos d'un meuble en bois	Présence de poussée
Sous-sol – boîte de carton	Présence de poussée
Sous-sol – duvet brun sur le mortier	Absence de poussée
Sous-sol – produit blanc sur du bois vert près du cellier	Présence de poussée
Sous-sol – duvet brun sur du carton	Présence de poussée
Sous-sol – moisissure orange sur la patte d'un vaisselier	Présence de poussée
Sous-sol – moisissure blanche sur une caisse en bois	Présence de poussée
Chambre de la fille – poussière entre le radiateur	Présence de poussée
2e étage – taches vertes sur de la mousse	Présence de poussée
2e étage – boîte de carton	Présence de poussée
2e étage – poussière et débris sur le carrelage	Présence de poussée
Sous-sol – bois dur ayant été mouillé	Présence de poussée
Sous-sol – surface d'un sac de ski en cuir	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*
Salle à manger – parquet en bois dur taché	Présence de poussée
Échantillon de poussière de l'aspirateur (rez-de-chaussée et 1er étage)	1,5 million d'UFC/g dans 2 % MEA, 2,3 millions d'UFC/g dans DG-18 (ratio Miller de 1,1)

Tableau 6.11
Maison 6 : Résumé des tests de moisissure effectués avant les travaux de rénovation

Échantillons d'air (18 juillet 1997)	
Air extérieur	87 % de phyllosphères
Étage	Inacceptable (comptes élevés de moisissure, ratio Miller de 5)
Sous-sol	Inacceptable (comptes élevés de moisissure, ratio Miller de 1,25)
Étage?	Acceptable (ratio Miller légèrement inférieur à 1)
Vide sanitaire	Inacceptable (comptes de moisissure excessivement élevés, tous de type *Penicillium viridicatum*)
Sous-sol – séjour	Acceptable
Échantillons globaux et échantillons sur écouvillon (18 juillet 1997)	
Vide sanitaire – bois contre le mur intérieur	Présence de poussée
Vide sanitaire – dos des carreaux de plafond	Présence de poussée
Vide sanitaire – isolant de fibres de verre	Présence de poussée
Sous-sol – moquette de la salle de bain	Présence de poussée
Sous-sol – carton sur le plancher, près du générateur d'air chaud	Présence de poussée
Sous-sol – solive au-dessus du chauffe-eau	Présence de poussée
Sous-sol – mur près du générateur d'air chaud	Présence de poussée
Étage – duvet blanc au plafond	Absence de poussée
Échantillon de poussière de l'aspirateur	210 000 UFC/g dans 2 % MEA (ratio Miller de 1,7), 180 000 UFC/g dans DG-18 (ratio Miller de 1,1)

Tableau 6.12
Maison 8 : Résumé des tests de moisissure (Maison témoin non rénovée)

Échantillons d'air (10 septembre 1998)	
Air extérieur	90 % de phyllosphères
Séjour	Acceptable (tous des phyllosphères)
Salle de jeu au sous-sol	Acceptable
Buanderie et atelier	Acceptable
Salle de bain et salle de rangement	Acceptable
Échantillons globaux (10 septembre 1998)	
Échantillon de poussière de l'aspirateur	690 000 UFC/g dans 2 % MEA (ratio Miller de 1,3), 560 000 UFC/g dans DG-18

L'inspection de cette maison a révélé la présence de moisissures. Voir l'annexe.

Aucun correctif n'a été apporté.

Tableau 6.13
Maison 13 : Résumé des tests de moisissure (Maison témoin non rénovée)

Échantillons d'air (11 septembre 1998)	
Air extérieur	s.o.
Séjour	Acceptable
Salle de jeu du sous-sol	Acceptable
Aire fonctionnelle	Acceptable
Échantillon de poussière de l'aspirateur	340 000 UFC/g dans 2 % MEA, 56 000 UFC/g dans DG-18 (ratio Miller de 6,4)

Pendant l'étude, aucun correctif n'a été apporté.

En novembre 1998, les propriétaires-occupants ont décidé de dénuder et de nettoyer le sous-sol. Des traces d'humidité ont été trouvées sur le mur de fondation de la salle de jeu. De l'eau a aussi été trouvée sur le revêtement de polyéthylène du support de revêtement de sol.

Essais de fuite d'air

Tableau 6.14
Résultats des essais de fuite d'air menés dans chaque maison

Maison n°	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Superficie équivalente de fuite	0,244 m^2	0,055 m^2	0,080 m^2	*	s.o.	0,157 m^2
Renouvellements d'air par heure @ 50 Pa	10,3	4,0	5,3	*		6,9

* Il a été impossible d'obtenir des données cohérentes dans le cas n° 4 car il s'agissait d'une maison jumelée sans solive de rive pour la séparer de l'autre.

Allergènes d'acariens détriticoles

Abréviations utilisées dans le tableau suivant :
Der p I – *Dermatophagoides pteronyssinus*
Der f I – *Dermatophagoides farinae*

Les facteurs de risque associés aux allergènes d'acariens détriticoles[17] sont les suivants :

- Faible facteur de risque :
  <400 nanogrammes d'allergène par gramme de poussière de maison
- Facteur de risque modéré :
  de 400 à 2 000 nanogrammes d'allergène par gramme de poussière de maison
- Facteur de risque élevé (symptômes) :
  de 2 000 à 10 000 nanogrammes d'allergène par gramme de poussière de maison
- Facteur de risque élevé (sensibilisation) :
  >10 000 nanogrammes d'allergène par gramme de poussière de maison

Tableau 6.15
Résultats de l'échantillon d'acariens détriticoles

Échantillon n°	Emplacement	Allergène	Résultat
H1-D1	Lit et oreillers	Der p I Der f I	<200 ng/g de poussière (faible) <200 ng/g de poussière (faible)
H1-D2	Plancher de béton du sous-sol	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) 800 ng/g de poussière (mod.)
H2-D1	Lit et oreillers de la chambre principale	Der p I Der f I	<30 ng/g de poussière (faible) **13200 ng/g de poussière (élevé)**
H2-D2	Moquette du bureau au sous-sol	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) 1800 ng/g de poussière (mod.)
H3-D1	Lit et oreillers	Der p I Der f I	400 ng/g de poussière (mod.) 1800 ng/g de poussière (mod.)
H3-D2	Moquette du sous-sol	Der p I Der f I	1700 ng/g de poussière (mod.) **5800 ng/g de poussière (élevé)**
H4-D1	Lit et oreillers	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) 600 ng/g de poussière (mod.)
H4-D2	Moquettes et chaises de l'étage	Der p I Der f I	80 ng/g de poussière (faible) **8400 ng/g de poussière (élevé)**
H5-D1	Lits des parents et de la fille	Der p I Der f I	1000 ng/g de poussière (mod.) 800 ng/g de poussière (mod.)
H5-D2	Moquettes du 2e étage et du rez-de-chaussée	Der p I Der f I	200 ng/g de poussière (faible) 900 ng/g de poussière (mod.)
H6-D1	Lit et oreillers	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) 200 ng/g de poussière (faible)
H6-D2	Moquette et sofa du sous-sol	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) **38800 ng/g de poussière (élevé)**
H8-D1	Sofa et moquette du séjour	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) **81700 ng/g de poussière (élevé)**
H8-D2	Sofa et moquette du sous-sol	Der p I Der f I	<20 ng/g de poussière (faible) **76000 ng/g de poussière (élevé)**
H13-D1	Sofa du séjour	Der p I Der f I	<30 ng/g de poussière (faible) **15100 ng/g de poussière (élevé)**
H13-D2	Sofa et moquette du sous-sol	Der p I Der f I	100 ng/g de poussière (faible) **3200 ng/g de poussière (élevé)**

7. PRÉPARATION DES DEVIS ET DE L'APPEL D'OFFRES SE RAPPORTANT AUX CORRECTIFS

Les stratégies correctrices provisoires ont été discutées avec les propriétaires-occupants, et un devis des travaux à accomplir a été produit pour chaque maison. Lorsque la nature des travaux le justifiait, une réunion avec les entrepreneurs intéressés à présenter une offre a été organisée dans chaque maison. Les offres des entrepreneurs ont été examinées avec les propriétaires-occupants, auxquels on a fait des recommandations quant à l'adjudication du contrat.

8. VISITE DES EMPLACEMENTS ET SUPERVISION DES CONTRATS

Chaque maison a été inspectée régulièrement pendant la durée des travaux afin que le nettoyage et les rénovations soient conformes au devis et aux objectifs du projet. Comme dans le cas des autres travaux de construction, des changements étaient suggérés au fur et à mesure de l'enlèvement des revêtements afin que les problèmes de QAI soient abordés adéquatement. Les différences entre les travaux accomplis et le contrat de rénovation étaient portés à l'attention du propriétaire-occupant et de l'entrepreneur. La firme Buchan, Lawton, Parent Ltd et le propriétaire-occupant procédaient à une inspection finale des correctifs apportés dans chaque maison afin de s'assurer du respect des modalités du contrat de construction. Dans un certain nombre de cas, il a fallu que l'entrepreneur nettoie de nouveau des aires.

Un aperçu des travaux proposés et accomplis pour chaque maison est fourni dans le profil de chacune de celles-ci qui se trouve à l'annexe A.

En règle générale, les travaux comprenaient le nettoyage des aires contenant des moisissures et des champignons ainsi que des aires où l'on soupçonnait la présence de ces matières. Dans certains cas, il s'agissait d'installer un ventilateur-récupérateur de chaleur. Dans tous les cas, il a fallu procéder à un nettoyage de fond en comble. Dans le cas de deux des maisons, il a été nécessaire de dénuder et d'enlever les cloisons et les planchers du sous-sol. Le drainage autour de la maison constituait aussi un problème. Comme solution minimale, on a suggéré d'aménager la pente de manière à éloigner les eaux de ruissellement de la maison. Dans un cas, le pourtour de la fondation a été excavé, ce qui a permis d'imperméabiliser et d'isoler cette dernière ainsi que de poser un système de drainage.

9. FAITS SAILLANTS DES RÉSULTATS DU CONTRÔLE FINAL DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Dans la plupart des cas, le contrôle final de la qualité de l'air intérieur était effectué au moins un mois après l'inspection finale. Dans certains cas, ce contrôle a eu lieu plusieurs mois après l'inspection finale. Cette façon de procéder permettait aux maisons d'atteindre un nouvel équilibre.

Les tableaux suivants résument les conclusions des séries finales de tests sur la QAI et de contrôles.

Humidité relative

Pendant les mois d'hiver les plus froids, les relevés d'humidité relative des diverses maisons ont chuté dans les fourchettes acceptables.

Moisissures, champignons et microbes

Maison 1 : Résumé des correctifs

Le sous-sol a été nettoyé à l'eau de Javel et chaulé. La moquette de la chambre principale a été remplacée par du parquet en bois dur. Les carreaux de vinyle de la salle de bain ont fait place à des carreaux de céramique. Un ventilateur-récupérateur thermique a été installé, de même que la climatisation centrale. Les travaux recommandés pour les fondations n'ont pas été exécutés.

Notes:
Une odeur de propreté se dégageait du sous-sol immédiatement après le nettoyage accompli à l'automne 1997. Cependant, lors de l'inspection du 20 mars 1998, on remarquait de nouveau une odeur de moisissure et une décoloration des murs. Pendant l'été, on a conseillé aux propriétaires-occupants de sceller l'accès au vide sanitaire. Au cours d'une visite effectuée en septembre 1998 après que l'accès au vide sanitaire ait été scellé avec une pellicule de plastique, on a remarqué une diminution de l'odeur de moisissure au sous-sol. Les échantillons d'air prélevés à ce moment-là ont confirmé que la maison était toujours contaminée

Tableau 9.2
Maison 1 : Résumé des résultats des tests de moisissure effectués après les travaux de rénovation

Échantillons d'air (20 mars 1998)	
Air extérieur	Comptes de moisissure faibles
Chambre principale	Acceptable
Partie nord-est du sous-sol	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, du type *Penicillium* en quasi-totalité)
Partie sud du sous-sol et vide sanitaire	Inacceptable (ratio Miller très élevé)
2e étage	Inacceptable (comptes faibles; toutefois, ils appartenaient tous au type *Penicillium*)
Échantillons globaux et échantillons sur microplaquette (20 mars 1998)	
Tache au-dessus de la laveuse, au sous-sol	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*
Échantillons d'air (11 septembre 1998)	
Air extérieur	Comptes très faibles
Partie nord du sous-sol*	Inacceptable (surtout *Aspergillus versicolor*)
Partie sud du sous-sol*	Acceptable (ratio Miller de 1)
Vide sanitaire au niveau de l'ouverture	Inacceptable (ratio Miller très élevé)
Sous-sol (système d'air pulsé en marche)	Inacceptable (plus d'une UFC d'*Aspergillus versicolor*)

Tableau 9.1
Relevés d'humidité relative dans chaque maison après les travaux de rénovation

Maison nº	1	2	3	4	5	6
Date du relevé	1998/03/20	1998/03/13	1998/02/24	1998/03/03	1998/02/24	
Rez-de-chaussée	31 %	53 %	27 %	42 %	33 %	s.o.
Sous-sol	35 %	51 %	30 %	48 %	38 %	s.o.

Tableau 9.3
Maison 2 : Résumé des résultats des tests de moisissure effectués à des dates variées pendant la rénovation (Rénovation incomplète)

Échantillons globaux et échantillons sur écouvillon (11 décembre 1997)	
Sous-sol – moisissure noire sur le contreventement	Présence de poussée
Sous-sol – endos du contreplaqué	Présence de poussée
Sous-sol – entre les poteaux du mur ouest	Présence de poussée
Rez-de-chaussée – sous un meuble	Présence de poussée
Échantillons d'air (13 mars 1998)	
Air extérieur	Comptes faibles
Séjour, salle à manger et cuisine	Inacceptable (présence confirmée d'*A. versicolor*, ratio Miller très élevé)
Chambres	Inacceptable (ratio Miller de 4)
Sous-sol, ancien bureau	Inacceptable (ratio Miller très élevé)
Échantillons globaux (13 mars 1998)	
Sous-sol – bois traité sous pression près du foyer	Présence de poussée; présence confirmée de *Stachybotrys chartarum*
Débris de plaques de plâtre au sous-sol	Présence de poussée; présence confirmée de *Stachybotrys chartarum* et d'*Aspergillus versicolor*
Ancienne fuite sur la solive sous la salle de bain du rez-de-chaussée	Acceptable

Tableau 9.4
Maison 3 : Résumé des résultats des tests de moisissure pendant et après la rénovation

Échantillons globaux prélevés pendant les travaux de rénovation	
Sous-plancher du sous-sol	Présence de poussée
Solive du palier du sous-sol	Présence de poussée
Carreaux sous le palier	Présence de poussée
Papier comprimé du plancher de la salle de bain	Présence de poussée
Échantillons d'air après l'achèvement des travaux de rénovation (24 février 1998)	
Air extérieur	Comptes très faibles
Bureau, ancienne chambre d'enfant	Acceptable (comptes très faibles, identiques à l'échantillon extérieur)
Chambre principale	Acceptable (comptes très faibles, du *Penicillium* seulement*)
Sous-sol – buanderie	Acceptable (comptes très faibles, du *Penicillium* seulement*)
Échantillons globaux (24 février 1998)	
Solives du plafond	Absence de poussée
Échantillons d'air après les rénovations et le nettoyage additionnels (25 mars 1998)	
Échantillon extérieur	Compte très faible, 60 % de phyllospères
Sous-sol, à côté et autour de la cheminée	Acceptable (compte très faible de phyllosphères)
Nouveau bureau et penderie	Acceptable (aucune moisissure détectée)

par les moisissures. Des poussées visibles de moisissure sur les murs du sous-sol, en dépit d'une déshumidification continue, révélaient une infiltration de l'humidité extérieure dans la maison par la fondation. Les résultats de l'échantillon d'air ont montré que le vide sanitaire constituait une autre source de contamination. D'autres correctifs s'imposaient. Pour empêcher l'infiltration de l'humidité, il faudrait drainer, imperméabiliser et isoler la fondation de l'extérieur. En ce qui concerne le vide sanitaire, il faudrait sceller les alvéoles des blocs de la rangée supérieure du mur de fondation, les conduits et le plancher de terre.

Maison 2 : Résumé des correctifs

Le sous-sol a été partiellement dénudé, puis nettoyé avec de l'eau de Javel. L'ossature d'une cloison et le placage de brique d'un des murs ont été conservés. Le mobilier du sous-sol a été déménagé au rez-de-chaussée sans décontamination préalable.

Notes:
Le mobilier contaminé du sous-sol était responsable de la contamination du séjour, de la salle à manger et de la cuisine. Deux moisissures dangereuses ont été trouvées dans cette maison. Il fallait enlever le reste de l'ossature du sous-sol, puis nettoyer soigneusement ce dernier avec de l'eau de Javel. Les surfaces du rez-de-chaussée devaient aussi être nettoyées. Il fallait remplacer le ventilateur-récupérateur de chaleur existant par un appareil plus performant et améliorer les conduits. À long terme, il fallait drainer et isoler de l'extérieur la fondation de cette maison.

Maison 3 : Résumé des correctifs

Les propriétaires-occupants ont excédé les exigences minimales de rénovation aux fins du projet. La fondation a été drainée, imperméabilisée et isolée de l'extérieur. Le sous-sol a été entièrement dénudé et nettoyé, et le mobilier mis au rebut. Un ventilateur-récupérateur de chaleur a été installé. Le rez-de-chaussée a été nettoyé de fond en comble — toutes les surfaces ont été nettoyées à l'eau de Javel. Tous les vêtements ont été nettoyés minutieusement. On s'est départi du sofa du séjour.

Notes :
En novembre 1997, après l'achèvement des principaux travaux, on décelait toujours une légère odeur de moisissure à la bouche d'extraction du ventilateur-récupérateur de chaleur. Un nettoyage plus poussé a été recommandé. À titre de travaux additionnels au sous-sol, on a suggéré de sceller les alvéoles des blocs de la rangée supérieure du mur de fondation et de remplacer les fenêtres du sous-sol (les dormants étaient pourris). Tous les travaux de rénovation ont été terminés en décembre 1997.

Au cours des inspections de la maison accomplies le 25 mars 1998 et à l'été 1998, on n'a décelé ni odeurs de moisissure ni moisissure visible. Le sous-sol était gardé très propre. Les propriétaires-occupants ont entretenu leur ventilateur-récupérateur de chaleur et utilisé un déshumidificateur pendant l'été. La famille faisait preuve d'une méticulosité exceptionnelle en matière de contrôle de l'humidité et des polluants dans la maison.

Maison 4 : Résumé des correctifs

Le sous-sol a été nettoyé à l'eau de Javel et à la chaux. Les orifices ont été scellés avec de la mousse de polyuréthane. Les conduits ont été nettoyés. On n'a pas installé de ventilateur-récupérateur de chaleur. Exception faite de la moquette enlevée au premier, les étages sont restés pratiquement inchangés.

Notes :
Bien que la maison et l'air à l'intérieur de celle-ci ainsi qu'au sous-sol se soient nettement améliorés, des travaux importants restaient

Tableau 9.5
Maison 4 : Resume des test de moisissure effectues pendant et apres la renovation

Échantillons d'air (3 mars 1998)	
Air extérieur	Faibles comptes, 80 % de phyllospères
Séjour	Inacceptable (ratio Miller très élevé – en totalité du *Penicillium*)
1er étage	Inacceptable (ratio Miller très élevé – en totalité du *Penicillium*)
Sous-sol – partie sud	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller de 16)
Sous-sol – partie nord	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller de 53)
Échantillons globaux (3 mars 1998)	
Bois derrière la laveuse	Présence de poussée
Salle de bain du 1er étage – solive	Présence de poussée
Échantillons d'air après le nettoyage additionnel (8 avril 1998)	
Air extérieur	Faibles comptes, 50 % de phyllospères
Séjour	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, presque toutes du *Penicillium*)
Sous-sol – partie sud	Inacceptable (ratio Miller > 2)
Sous-sol – partie nord	Inacceptable (comptes très élevés de moisissure, ratio Miller ~ 5)

Tableau 9.6
Maison 5 : Resume des tests de moisissure effectues apres la renovation

Échantillons d'air (24 février 1998)	
Air extérieur	Comptes très faibles
Salle à manger	Acceptable (compte très faible, ratio Miller de 1)
Chambre principale	Inacceptable (compte très faible mais ratio Miller très élevé)
2e étage	Acceptable
Sous-sol	Inacceptable (ratio Miller de 1,25)
Échantillons sur écouvillon (24 février 1998)	
Surface d'un bureau ancien	Présence de poussée; présence confirmée d'*Aspergillus versicolor*
Bois près du radiateur de la salle à manger	Présence de poussée
Échantillons d'air (11 septembre 1998)	
Air extérieur	100 % de phyllospères
Sous-sol, côté ouest	Inacceptable (faibles comptes de moisissure, ratio Miller de 2)
Sous-sol, côté est	Inacceptable (comptes de moisissure élevés, nombreuses colonies d'*Aspergillus versicolor*)
Cellier	Inacceptable (comptes élevés, nombreuses colonies d'*Aspergillus versicolor*)

nécessaires. On a suggéré un nettoyage plus poussé après l'inspection de la maison le 3 mars 1998. Des poutres porteuses et des fenêtres au sous-sol étaient attaquées par la pourriture et avaient besoin d'être remplacées. Un nettoyage à fond des parties supérieures de la maison s'imposait. Le mobilier et les livres pouvaient être des sources de pollution. De plus, l'infiltration d'humidité dans la maison demeurerait un problème constant tant que la fondation ne serait pas drainée et isolée de l'extérieur. L'utilisation d'un déshumidificateur contrôlait l'humidité jusqu'à un certain point mais ne suffirait probablement pas à empêcher la poussée de moisissure sur les murs.

Maison 5 : Résumé des correctifs

Les propriétaires-occupants étaient prêts à exécuter les travaux recommandés minimums. Les propriétaires-occupants ont aussi installé un climatiseur central et des conduits. Une quantité extraordinaire de mobilier était entreposée au sous-sol. La majorité a été mise au rebut. Le sous-sol a été dénudé, nettoyé à l'eau de Javel, puis chaulé. Une roue dessiccante a été intégrée au climatiseur.

Malgré les mises en garde du coordonnateur de projet, le propriétaire-occupant a décidé de reconstruire le cellier. Cette aire a été isolée avec de la fibre de verre et finie avec des plaques de plâtre. L'entrepreneur a installé un petit ventilateur sur la fenêtre de cette pièce.

Notes :
À l'été 1998, l'inspection de la maison a révélé une amélioration marquée de l'air au rez-de-chaussée comparativement à la période qui a précédé les rénovations. Cependant, on décelait des odeurs de moisi dans certaines parties du sous-sol. La partie ouest du sous-sol, où la roue dessiccante était située, dégageait une odeur plus agréable que la partie est du sous-sol, près du cellier. Le cellier sentait énormément le moisi. La fenêtre avait été bouchée par le propriétaire-occupant depuis l'hiver, ce qui avait empêché l'utilisation du petit ventilateur d'extraction. On a recommandé aux propriétaires-occupants d'utiliser le ventilateur d'extraction et de nettoyer les surfaces du cellier avec de l'eau de Javel. Le 11 septembre 1998, lorsque les tests ont été effectués de nouveau, le ventilateur fonctionnait depuis deux semaines.

Malheureusement, la moisissure avait pris pied dans le cellier et la pièce adjacente du sous-sol. Pour l'éliminer, il faudrait dénuder le cellier et nettoyer les murs de fondation avec de l'eau de Javel. Tel que recommandé au début, les murs du sous-sol ne peuvent être recouverts. Le cellier avait isolé et fermé de l'automne 1997 à la fin août 1998. Or, il n'y avait aucun mécanisme d'élimination de l'humidité.

La prévention à long terme de l'infiltration d'humidité par les murs de fondation nécessite le drainage, l'imperméabilisation et l'isolation de ces derniers par l'extérieur, et le contrôle vigilant de l'humidité à l'intérieur de la maison.

Maison 6 : Résumé des correctifs

Aucun correctif n'a été apporté dans la maison 6.

10. CONTRÔLE DE LA SANTÉ AVANT ET APRÈS LES TRAVAUX DE RÉNOVATION : SYMPTÔMES ET OBSERVATIONS RAPPORTÉS PAR LES PARTICIPANTS

Maison 1

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La propriétaire-occupante était âgée de 48 ans et souffrait d'asthme. Elle vivait dans la maison avec son mari et deux adolescents depuis sept ans. On avait diagnostiqué son asthme six ans plus tôt.

Les premiers symptômes sont apparus huit mois après avoir emménagé dans la maison actuelle, et on a diagnostiqué son asthme quelques mois plus tard. Son asthme s'est aggravé au cours des deux années qui ont précédé l'étude.

Ses symptômes s'aggravaient du début de juin jusqu'à octobre, en particulier lorsque l'humidité était élevée. Son asthme était provoqué par des températures très froides ainsi que des températures chaudes et humides. Elle souffrait d'essoufflement le soir avant de se coucher. Le matin, elle toussait beaucoup (pendant environ une heure) et elle devait se racler la gorge. Les moments les plus difficiles avaient lieu lorsqu'elle était tellement essoufflée qu'il lui était impossible de parler. Ses difficultés à respirer étaient davantage accompagnées d'un resserrement de la gorge que de sifflements. Sa peau la démangeait et elle avait souvent de l'urticaire le matin.

Des tests ont démontré qu'elle était allergique à la poussière, aux moisissures, aux chiens et aux chats. Elle se disait aussi affectée par les aérosols, les odeurs chimiques, les parfums, les travaux de construction, les pesticides, les matières neuves et la fumée de cigarette.

Les symptômes et les crises d'asthme se produisaient trois ou quatre fois par semaine. Elle utilisait un aérosol-doseur de stéroïdes (*Pulmicort*) deux fois par jour et un inhalateur de cromoglucate de sodium (*Intal*) quatre fois par jour.

Elle se sentait mieux à l'extérieur qu'à l'intérieur de la maison, sauf lorsque l'humidité relative extérieure était élevée ou en cas d'alerte à la pollution. À titre de consultante, elle se rendait souvent dans la maison de ses clients où elle se sentait mieux que dans sa propre maison.

Après avoir emménagé dans la maison, sa fille de 18 ans a commencé à éprouver des symptômes allergiques et de l'asthme survenant à l'effort, et son fils de 17 ans a développé une tendance à être enrhumé tout l'hiver. Son mari a développé de la congestion pulmonaire et attrapé deux pneumonies depuis que la famille s'est installée dans la maison.

Elle a noté une odeur de moisi en entrant dans la maison. Elle a trouvé le sous-sol humide et elle n'aimait pas y demeurer.

Résumé des travaux de rénovation

Les matières entreposées au sous-sol en ont été retirées. Le plancher, les murs et le plafond du sous-sol ont été nettoyés avec de l'eau de Javel et de la chaux. La moquette de la chambre a été enlevée et un nouveau parquet en bois dur, installé. Les carreaux de céramique ont été remplacés sur les planchers des salles de bain. Le plancher du deuxième étage a été peint, et les murs de pin, scellés. La climatisation centrale a été installée dans toute la maison. On a aussi installé un ventilateur-récupérateur de chaleur dont la reprise d'air était alimentée en air frais et dont les bouches d'extraction étaient situées au sous-sol, dans la cuisine et les deux salles de bain de l'étage.

À l'origine, la famille prévoyait drainer et isoler l'extérieur du mur de fondation de la maison. Toutefois, l'estimation pour tous les travaux, y compris les améliorations souhaitées par la famille en sus des recommandations visant la

qualité de l'air intérieur, était bien supérieure au montant que les propriétaires-occupants avaient prévu dépenser. Par conséquent, les travaux planifiés à l'extérieur de la maison ont été éliminés.

Après l'achèvement des travaux, John VandeKleut, de la firme Buchan, Lawton, Parent Ltd, a inspecté la maison et recommandé aux propriétaires-occupants de sceller l'accès au vide sanitaire avec du polyéthylène afin d'empêcher l'air s'y trouvant de circuler dans la maison.

Observations sur la santé après les rénovations

La famille a quitté la maison pendant la rénovation. À son retour, la propriétaire-occupante n'a pas remarqué de changement de sa santé et de son bien-être. Elle a remarqué la présence de nouvelles odeurs attribuables à la rénovation, et s'est dite incapable d'utiliser le bureau du deuxième étage à cause de la teinture appliquée sur les murs de pin. Les odeurs de peinture et de produits chimiques ont causé des maux de tête graves qui l'ont empêchée d'utiliser certaines parties de la maison.

La fréquence des crises d'asthme est restée à peu près la même. Les types et les doses de la médication n'ont pas changé. Une certaine amélioration a été notée la nuit à cause de la réduction de l'humidité dans la chambre (grâce à l'installation du climatiseur et du VRT). Elle a aussi signalé qu'elle attrapait plus de rhumes en hiver qu'avant les rénovations. Elle ne sentait pas de différence au sous-sol, avant et après les rénovations. Elle ne pouvait pas demeurer au sous-sol plus longtemps qu'avant. Elle était quelque peu désappointée parce que la santé des membres de la famille ne s'était pas améliorée par suite des travaux accomplis au sous-sol.

Notes

Le 24 juillet 1998, Virginia Salares a visité la maison et est restée au sous-sol pendant environ une heure. Elle a confirmé que le sous-sol dégageait toujours une odeur de moisi. Au bout d'une demi-heure, sa gorge était irritée. Elle a recommandé au propriétaire-occupant de sceller minutieusement les ouvertures du vide sanitaire avec du polyéthylène, tel que mentionné précédemment. Le sol du vide sanitaire de la partie ajoutée à la maison était en terre; il était couvert de polyéthylène maintenu en place avec du sable. Il est possible que le polyéthylène se trouvant sous le sable n'ait pas été installé correctement au moment d'agrandir la maison, et que de la poussière et de la moisissure provenant du vide sanitaire aient été rejetés dans le reste de la maison par le réseau de distribution à air pulsé.

L'air a été de nouveau testé après que les ouvertures du vide sanitaire aient été scellé. Le 11 septembre 1998, Virginia Salares est revenue dans la maison pour tester l'air du sous-sol. À ce moment-là, les odeurs s'étaient nettement améliorées au sous-sol, indiquant ainsi que le vide sanitaire était la source des moisissures. L'échantillon d'air a révélé la présence d'*Aspergillus versicolor* — une constatation cohérente avec les échantillons sur écouvillon prélevés sur les murs du sous-sol en mars 1998.

À la fin de l'étude, le problème de moisissure dans cette maison n'avait pas été réglé. L'infiltration de l'humidité par les murs du sous-sol doit être stoppée, et des travaux additionnels s'imposent dans le vide sanitaire.

Maison 2

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

Le propriétaire-occupant de 44 ans était asthmatique et vivait dans la maison depuis 10 ans. Pendant l'étude, il était le seul occupant de la maison.

On lui a diagnostiqué de l'asthme à l'âge de 7 ans. L'asthme est devenu plus évident lorsqu'il a emménagé dans la maison, et il s'est aggravé quelques années avant l'étude. Le propriétaire-occupant trouvait que l'aggravation de ses symptômes était liée à une inondation du sous-sol causée par un bris de tuyauterie en 1994. Selon lui, son asthme était grave et affectait ses activités quotidiennes. Il éprouvait des problèmes de sifflement et de respiration, surtout la nuit. Il souffrait aussi de maux de tête et de congestion nasale. Ses symptômes étaient pires à l'automne et à l'hiver, pendant l'utilisation du système de chauffage. Des crises d'asthme ont eu lieu chaque jour au cours des douze mois ayant précédé l'étude.

Les tests ont démontré une allergie à la poussière. Le participant a déclaré qu'il était sensible aux parfums forts, à la fumée de chandelle, au vin et à la bière. Il utilisait chaque jour des inhalateurs de *Ventolin* et de *Beclofort*.

Il a déclaré se sentir mieux à l'extérieur plutôt qu'à l'intérieur de sa maison. La chambre et le sous-sol semblaient aggraver son asthme. Il n'aimait pas le sous-sol, et il n'y allait qu'en cas d'absolue nécessité.

Résumé des travaux de rénovation

Au début, le propriétaire-occupant semblait prêt a exécuter les travaux de rénovation. Après réception de la liste des correctifs requis et recommandés, il a passé les six mois suivants à essayer d'obtenir une indemnité de la compagnie d'assurance qui avait nettoyé sa maison après une inondation précédente. Cette démarche s'étant soldée par un échec, il a ensuite cherché à se faire indemniser par l'entrepreneur qui avait exécuté les travaux de nettoyage précédents.

Comme la date limite de participation à l'étude approchait, le propriétaire-occupant a entrepris le nettoyage lui-même. On lui avait recommandé d'engager un entrepreneur pour éviter des problèmes de santé. En plus d'avoir dénudé le sous-sol lui-même, il a admis qu'il n'utilisait pas de protection des voies respiratoires pendant les travaux. Il a informé le consultant qu'il avait dû interrompre les travaux à certains moments parce qu'il était trop malade. Il n'a pas terminé les correctifs requis pour l'étude. Il a refusé d'enlever la totalité des structures en bois et de la brique qui revêtaient un mur du sous-sol.

Observations sur la santé après les rénovations

Comme les rénovations n'ont pas été achevées pendant le calendrier prévu pour l'étude, il a été impossible d'obtenir des observations sur la santé après les travaux.

Au moment d'atteindre la date d'échéance pour les tests prévus dans le cadre de la présente étude, le sous-sol n'était que partiellement nettoyé. Les résultats des tests effectués sur une pièce en bois traité sous pression provenant d'une lisse basse du sous-sol ont indiqué que cette dernière était contaminée, et que l'air du sous-sol continuait d'être contaminé par des moisissures toxiques. L'air de la salle à manger était beaucoup plus contaminé qu'avant le nettoyage — une situation attribuable au déménagement, au rez-de-chaussée, de mobilier contaminé provenant du sous-sol.

Les résultats de ces tests ont révélé qu'il fallait dénuder et nettoyer davantage le sous-sol pour appliquer les recommandations formulées au début de l'étude. Une autre série de tests serait nécessaire pour évaluer l'efficacité du nettoyage.

En plus de la décontamination et du nettoyage, les grands travaux recommandés pour la maison 2 comprenaient l'excavation de l'extérieur de la fondation afin de drainer et d'isoler cette dernière. Ces travaux n'ont pas été accomplis.

Au printemps 1998, le propriétaire-occupant a reçu une certaine indemnité de l'entrepreneur par l'entremise d'un jugement de la cour des petites créances. Le délai prévu pour l'étude étant expiré, le propriétaire-occupant a été livré à lui-même. Le fait qu'il ait tardé à achever les travaux l'a privé du contrôle de sa maison et de sa santé.

Maison 3

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La fille de quatre ans, qui était née dans cette maison, souffrait d'asthme. La famille habitait dans cette maison depuis six ans. La mère n'était pas asthmatique, mais on lui avait récemment diagnostiqué des allergies et des sensibilités.

La mère

Les symptômes de la mère étaient apparus quelques années plus tôt. Les symptômes comprenaient un sentiment de fatigue au lever, des étourdissements pendant le jour, des problèmes de concentration, de l'anxiété, de la diarrhée, de l'oppression thoracique, et de l'enflure dans la bouche. Ces symptômes s'aggravaient, au point où elle craignait d'être obligée d'arrêter de travailler. Elle avait les symptômes du rhume des foins pendant la saison pollinique. Elle était sensible aux oeufs, au blé, aux produits laitiers, au café, au chocolat, au glutamate monosodique et aux sulfites. Ses

symptômes s'aggravaient quand la température était chaude et humide ou si elle était exposée à l'air pollué, à la fumée de cigarette, aux senteurs ou aux parfums, à la poussière, aux plumes, à l'échappement des véhicules et aux moisissures. Les produits chimiques dégagés par le mobilier et les matériaux de construction aggravaient ses symptômes.

Les symptômes étaient continus, à l'intérieur de la maison ou du lieu de travail, à l'extérieur de la maison, dans les centres commerciaux et même à certains endroits situés à l'extérieur. Selon la participante, aucun endroit n'était confortable. Comme la famille ne s'était pas éloignée de sa résidence, la participante n'était pas en mesure de déterminer si les symptômes disparaîtraient dans un autre environnement intérieur.

Elle avait remarqué que le sous-sol sentait le moisi. Chaque fois que le générateur d'air chaud se mettait en marche, elle décelait une odeur âcre attribuable à l'ozone provenant du filtre à air électronique.

La fille

La fille a manifesté ses premiers symptômes d'asthme à l'âge de 3 mois. On a diagnostiqué son asthme quelques mois plus tard. Elle toussait et respirait péniblement, s'essoufflait et sentait une oppression thoracique durant une crise d'asthme. Ses symptômes étaient pires à l'automne et à l'hiver. Les crises d'asthme avaient lieu à peu près une fois par mois et accompagnaient habituellement un rhume ou une grippe. En mai, elle avait eu des crises sans les éléments déclencheurs habituels.

Les tests ont révélé que la fille était allergique aux animaux (chats, chiens, chevaux, lapins, etc.) et aux aliments (produits laitiers, oeufs, noix, arachides, graines).

Dans des circonstances normales, sans les éléments déclencheurs, l'asthme était contrôlé par la médication. La participante prenait deux inhalations de *Beclovent*, deux fois par jour. Pendant une crise d'asthme, la fréquence était portée à quatre inhalations par jour, et la participante prenait aussi deux inhalations de *Ventolin* à toutes les quatre heures, au besoin.

Résumé des travaux de rénovation

La famille a été une participante idéale pour l'étude. L'intérêt manifesté par la propriétaire-occupante et son engagement étaient phénoménaux. Grâce à sa compréhension des conséquences médicales de la moisissure sur elle-même et sa fille, elle a convaincu son mari, d'abord réticent, d'apporter tous les correctifs requis. En plus des travaux minimums requis, on a drainé et isolé l'extérieur de la fondation. Le coût total des rénovations (36 000 $) était considérable. Comme les propriétaires-occupants aimaient l'emplacement et la communauté, ils ont décidé de réparer la maison plutôt que de déménager.

Le couple a nettoyé soigneusement toute la maison. Tout le matériel entreposé au sous-sol a été lavé ou jeté. Même le rez-de-chaussée a été lavé à l'eau de Javel. Tous les effets ont été nettoyés un par un. Le sofa du séjour a été mis au rebut. Les murs, les plafonds, le plancher, le mobilier et toutes les surfaces du rez-de-chaussée ont été lavés à l'eau de Javel. Le générateur d'air chaud a été nettoyé, les conduits, remplacés par des neufs, et un VRT, installé. L'alimentation en air frais a été branchée au conduit de reprise d'air, et le conduit d'air d'extraction qui se rendait au sous-sol, à la cuisine et à la salle de bain a été éliminé.

Lors de deux évaluations post-rénovation effectuées en octobre 1997, John VandeKleut et Virginia Salares ont trouvé que la maison contenait moins de moisissure que lors des visites précédentes. Toutefois, il restait une odeur de moisi au sous-sol. L'air d'extraction provenant du VRT sentait nettement le moisi. Une inspection plus poussée a révélé que l'entrepreneur n'avait pas nettoyé certains endroits. De plus, les dormants des fenêtres du sous-sol avaient pourri, et l'isolant de fibres de verre les entourant était mouillé et moisi. Il fallait sceller les alvéoles des blocs de béton situés au haut du mur de fondation pour empêcher l'air s'y trouvant de se rendre à l'intérieur de la maison. Il fallait aussi sceller les solives de rive, car le polyéthylène qui recouvrait l'isolant de fibres de verre laissait passer l'air. Ces problèmes ont été corrigés, et les fenêtres, remplacées. Les rénovations étaient terminées en décembre 1997.

Au printemps 1998, une odeur de fraîcheur et de propreté se dégageait de la maison lorsqu'elle a été visitée de nouveau — une situation nettement différente par rapport aux odeurs incroyables de moisi qu'on y décelait avant. Les tests de moisissure accomplis en février ont donné des comptes très faibles. Les tests réalisés en mars 1998 ont révélé que la moisissure ne constituait plus un problème.

Observations sur la santé après les rénovations

Pendant la majeure partie des travaux, soit trois semaines, la famille a loué un appartement. Les parents ont gardé leur fille à l'extérieur de la maison pendant qu'ils nettoyaient eux-mêmes le rez-de-chaussée. Ils portaient des masques pour utiliser l'eau de Javel.

La mère

La rénovation a été très stressante pour elle et elle a dû travailler de longues heures pour faire le nettoyage. Bien qu'épuisée, elle était soulagée lorsqu'ils sont retournés à la maison. Elle n'a pas senti immédiatement de changement de son bien-être — elle pouvait sentir les odeurs de peinture (sur le plancher de béton), d'eau de Javel et de produit d'isolation acoustique qu'on avait utilisé pour les solives de rive du sous-sol. Les odeurs irritaient sa gorge et causaient un gonflement sous sa langue. Parallèlement, elle a continué à souffrir d'insomnie, de fatigue et d'étourdissements. Lorsque les nouvelles odeurs se sont dissipées, elle pouvait toujours sentir une certaine moisissure (conformément aux conclusions de Virginia Salares et de John VandeKleut lors de la première visite post-rénovation).

À la fin de novembre 1997, elle a eu sa première crise d'asthme après avoir passé une journée dans une grange et à faire de l'équitation. Elle a par la suite découvert qu'elle était allergique aux chevaux. Cet incident l'a rendue très sensible pendant quelques semaines.

Entre octobre et le début de décembre 1997, ses symptômes d'allergie étaient les mêmes qu'avant. De la fin de décembre à mars, ses symptômes se sont atténués et elle a signalé une amélioration de son état. La toux, l'oppression thoracique, l'irritation et le mucus dans sa gorge ont diminué graduellement. Sa médication a été réduite de moitié. Elle a attrapé moins de rhumes à l'hiver 1997-98 que lors des hivers précédents.

Au début de mars, elle a remarqué qu'elle possédait plus d'énergie qu'avant. Même si elle n'était pas complètement rétablie, elle était plus active en soirée et ne s'effondrait plus après le souper comme avant. Elle a aussi noté qu'elle était plus confortable, plus reposée et plus détendue dans sa maison qu'avant les rénovations. Elle remarquait plus facilement les nouvelles odeurs dans sa maison, mais était moins dérangée par celles-ci. Elle tolérait plus d'aliments qu'auparavant. Elle sentait une baisse du stress, de l'insomnie, des accès, des faiblesses et de la diarrhée; une augmentation de l'énergie; une quasi disparition du gonflement sous sa langue et une diminution des étourdissements.

Elle se sentait beaucoup mieux qu'avant lorsqu'elle allait au sous-sol. Avant, les odeurs étaient tellement fortes qu'elle ne pouvait y rester. L'amélioration était considérable. Elle pouvait passer davantage de temps au sous-sol, bien qu'elle ait moins de raisons d'y être.

Elle a remarqué une amélioration très nette de sa santé après la rénovation. Elle relevait une différence dans sa capacité de travailler à la maison et au bureau. Habituellement, elle travaillait un ou deux jours à la maison chaque semaine. Après les rénovations, elle se sentait moins fatiguée et moins faible, elle avait moins de diarrhée et possédait plus d'énergie et de concentration. Au bureau, elle possédait plus d'énergie et était moins dérangée par les polluants environnementaux et le manque de ventilation.

La fille

Après avoir emménagé dans l'appartement, la fille a attrapé un rhume qui a causé de l'essoufflement et de la toux. Elle ne montrait aucun symptôme d'asthme lorsque la famille est retournée à la maison, le 13 octobre. Habituellement, elle éprouvait des problèmes graves à cette période de l'année. Après le retour à la maison, elle a toussé de façon intermittente. Quelques jours plus tard, elle toussait beaucoup plus et son médecin lui a prescrit des antibiotiques. La toux a cessé une semaine plus tard. Entre la fin octobre et le début de mars, elle ne s'est pas rendue chez le médecin.

Par le passé, elle se rendait chez le médecin environ une fois par mois.

Au début de décembre, son nez a commencé à couler et sa gorge est devenue irritée. Toutefois, ces symptômes sont disparus rapidement. Elle a aussi attrapé un petit rhume ou fait une réaction allergique qui a causé de l'écoulement nasal, du mucus dans la gorge, et de la toux qui sont disparus rapidement. Après la rénovation, les crises d'asthme étaient moins fréquentes. Les symptômes pendant une crise d'asthme étaient les mêmes et la médication est restée inchangée. Dans l'ensemble, on relevait une diminution de la toux, de l'essoufflement, de l'irritation de la gorge et du mucus dans cette dernière. Sa peau était plus sèche ou la démangeait davantage.

Ses parents étaient agréablement surpris par son état de santé. Pendant l'hiver 1997-1998, elle n'a pas attrapé autant de rhumes ou de grippes que les hivers précédents. Elle n'a eu aucun symptôme d'asthme en novembre, en janvier et en février. Par le passé, son asthme était déclenché par une infection respiratoire. Ses parents trouvaient que sa santé s'était grandement améliorée.

Maison 4

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La propriétaire-occupante était asthmatique. Son mari et elle vivaient dans la maison depuis à peine un an. On a diagnostiqué son asthme en juin 1995. Son état est devenu grave en mai 1996, approximativement deux mois après avoir emménagé dans la maison.

Elle a eu des problèmes de sinus pendant trois printemps d'affilée avant de déménager dans la maison visée par l'étude. Après le déménagement, ses symptômes se sont énormément aggravés et ses problèmes de sinus sont devenus constants. Le premier printemps qu'elle a passé dans la maison, elle a eu une très mauvaise toux qui ne voulait pas guérir.

Ses crises d'asthme se produisaient à toutes les semaines ou à toutes les deux semaines, en moyenne, mais quelques fois plus souvent encore. Pendant une crise d'asthme, elle toussait et éprouvait de l'oppression thoracique, ce qui était parfois accompagné de sifflements et d'essoufflements. Entre les crises d'asthme, elle toussait et s'essoufflait continuellement. Ses symptômes empiraient à l'automne, en hiver et au printemps, à cause de l'utilisation du générateur d'air chaud.

Tous les tests d'allergie étaient négatifs. Elle trouvait ces résultats douteux étant donné ses réactions aux chats, à la laine, aux parfums et à la fumée de cigarette. En outre, sa respiration devenait plus difficile lorsqu'elle était exposée aux infections respiratoires, aux moisissures, à la température humide, qu'elle soit chaude ou froide, à la pollution de l'air, à la poussière et à l'échappement des véhicules.

Elle prenait deux inhalations de *Flovent*, deux fois par jour, et deux inhalations de *Flunase* et de *Maxair*. Son état ne variait pas beaucoup, qu'elle soit à l'extérieur ou à l'intérieur. Elle semblait avoir des crises d'asthme à la maison et au travail (au bureau de l'église). Elle avait eu de la difficulté à respirer lors d'une semaine de vacances passée au chalet d'un ami en Angleterre (l'emplacement était humide et sentait le moisi).

Elle trouvait que le sous-sol sentait le renfermé et qu'elle éprouvait des problèmes respiratoires dans cette partie de la maison. Son propre médecin, qui était un ami de la famille et qui la connaissait depuis de nombreuses années, avait suggéré qu'elle participe à l'étude. Il mettait l'apparition de l'asthme de la participante en corrélation avec son déménagement dans la maison.

Résumé des travaux de rénovation

La plupart des étapes (soit sept sur huit) faisant partie des travaux minimums requis ont été accomplies. La majorité des articles entreposés au sous-sol ont été jetés. La salle de bain du sous-sol a été démolie (murs et appareils). Les murs et le plafond ont été lavés à l'eau de Javel puis à la chaux. Les orifices ont été remplis de mousse, et les conduits, scellés et nettoyés. La moquette recouvrant l'escalier menant à l'étage a été enlevée. On n'a pas installé de VRT.

La deuxième série de tests sur la qualité de l'air intérieur de la maison a été effectuée après

l'achèvement des travaux de rénovation, en mars 1998. Ces tests on eu lieu plusieurs mois après le nettoyage du sous-sol à l'eau de Javel et à la chaux. Les tests ont révélé la présence de moisissures et de comptes élevés de moisissures toxiques au sous-sol.

L'étude avait pour but, entre autres, de déterminer la nécessité d'effectuer des tests sur la QAI immédiatement après le nettoyage à l'eau de Javel et à la chaux, plutôt que d'attendre que les autres parties de la maison soient nettoyées. À cause du temps qui s'est écoulé entre le nettoyage et les tests, il a été impossible de déterminer si les moisissures avaient poussé de nouveau ou si elles n'avaient pas été éliminées complètement par le nettoyage. Il était aussi possible que la contamination provienne des matières entreposées au sous-sol.

On a avisé les propriétaires-occupants de nettoyer plus à fond le sous-sol et la salle de bain de l'étage où une fuite s'était produite. Les tests effectués après le nettoyage additionnel ont révélé ce qui suit : des comptes totaux élevés de moisissures dans le séjour avec un compte faible d'espèces toxiques; une diminution des comptes dans la partie sud du sous-sol, et des comptes totaux élevés dans la partie nord de ce dernier, dont des comptes importants de *Penicillium aurantiogriseum*.

Observations sur la santé après les rénovations

Les propriétaires-occupants ont quitté leur maison au début août 1997, pendant les rénovations. La condition de la propriétaire-occupante s'est améliorée pendant son séjour hors de la maison. À son retour, elle a trouvé que la maison sentait meilleur qu'avant. Selon elle, il s'en dégageait une odeur de propreté.

Entre l'automne 1997 et juin 1998, elle n'a pas eu de crises d'asthme. La première crise d'asthme s'est produite fin juin, lors d'un voyage à Toronto. Des alertes au smog étaient en vigueur à ce moment-là.

Selon ses propres mots, elle se sentait nettement mieux qu'avant et elle trouvait que sa santé était bonne. Avant la rénovation, elle prenait 4 inhalations de 250 microgrammes de *Flovent* par jour. Après la rénovation, elle prenait 2 inhalations de 125 microgrammes de *Flovent* par jour. Elle a attrapé moins de rhumes pendant l'hiver 1997-1998 que les hivers précédents. Sa respiration était aussi plus facile qu'avant. Elle a senti une amélioration au niveau de la toux, de l'essoufflement, de la faiblesse, des étourdissements, de l'oppression thoracique, du mucus dans la gorge, des saignements de nez et des picotements ainsi que des démangeaisons cutanées.

Elle ne sentait pas de changement au niveau de l'énergie. Cependant, elle se sentait plus confortable et plus reposée dans sa maison. Elle pouvait travailler davantage à l'intérieur de celle-ci. Elle se sentait beaucoup mieux au sous-sol. Avant la rénovation, elle ne pouvait descendre au sous-sol. Après, elle pouvait s'y rendre sans éprouver de symptômes et y passer plus de temps.

Selon son médecin, son asthme s'était nettement amélioré. Il était plus facile à gérer. La rénovation avait énormément aidé. La participante avait fourni à son médecin des mesures du débit expiratoire maximal tout au long de l'étude. Non seulement les symptômes se faisaient plus rares, mais ils étaient aussi moins prononcés. Les besoins en médication (stéroïdes anti-inflammatoires) étaient bien plus faibles qu'avant la rénovation. À la fin de l'étude, le médecin avait noté que la participante souffrait de sinusite, soit un problème moins dangereux pour la vie que l'asthme.

Notes

Le 28 juillet 1998, Virginia Salares a visité la maison et elle a trouvé que l'air du sous-sol était relativement sec et agréable. Elle n'y a pas détecté d'odeur de moisissure. Un déshumidificateur était en marche. La différence entre cette visite et une visite effectuée avant la rénovation était remarquable. Certaines matières entreposées constituaient des sources possibles de moisissure. On a recommandé aux propriétaires-occupants de les enlever de la maison.

On a aussi recommandé aux propriétaires-occupants de bloquer et de sceller un conduit inutilisé dans le mur extérieur du sous-sol. Ce conduit qui fournissait l'air de combustion à l'ancien générateur d'air chaud était demeuré en place lors de l'installation d'un nouvel appareil à haut rendement. Durant les mois de temps chaud, il laissait probablement s'infiltrer dans le sous-sol

de l'air provenant d'un emplacement situé près du sol humide à l'arrière de la maison. Le nouveau générateur d'air chaud étant doté de conduits spécifiques d'alimentation et d'extraction d'air, cet approvisionnement d'air passif devenait inutile.

On pensait que les comptes élevés de moisissures dans le séjour étaient reliés à la collection importante de livres et de vieux mobilier rembourré. La décontamination du séjour serait un défi pour les propriétaires-occupants qui possédaient une importante collection de livres à laquelle ils tenaient. De nombreux livres seraient impossibles à décontaminer. Il est concevable que certains meubles rembourrés aient été la source des spores de moisissures.

Le 18 août 1998, la propriétaire-occupante a rapporté qu'elle n'employait plus de médication contre l'asthme. Le vieux sofa du séjour avait été remplacé.

Maison 5

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La propriétaire-occupante était asthmatique. Elle habitait la maison avec son mari depuis six ans. Elle avait deux enfants. L'aînée, une fille de quatre ans, avait aussi de l'asthme et attrapait une pneumonie chaque hiver. Le cadet des enfants avait des problèmes respiratoires. Le mari souffrait de rhinopharyngite. La propriétaire-occupante participait à l'étude afin d'améliorer sa condition asthmatique.

La mère

Âgée de 39 ans, on avait diagnostiqué son asthme en 1989. Elle a éprouvé des symptômes mineurs le premier été après avoir déménagé dans la maison. Ces symptômes se sont aggravés progressivement les étés suivants. Ils sont devenus plus prononcés lorsqu'elle est tombée enceinte de leur deuxième enfant, à l'hiver 1996. À l'automne, elle a eu une sinusite suivie d'une bronchite qui a duré tout le temps des fêtes.

Une crise d'asthme était accompagnée de toux, de sifflements, d'essoufflement et d'oppression thoracique. Son asthme empirait au début de la saison de chauffe, à l'automne. Ses symptômes étaient pires de novembre à janvier et de mai à août. Sa condition s'améliorait pendant le temps sec des mois d'été. Les éléments déclencheurs étaient les infections respiratoires, le stress, les moisissures, la température chaude et humide, la fumée de cigarette, les senteurs ou les parfums et la poussière.

Elle avait eu des crises d'asthme au moins deux fois par semaine au cours des 12 mois qui ont précédé la rénovation. Entre les crises d'asthme, elle souffrait constamment de symptômes d'essoufflement et de congestion nasale. Les tests ont révélé qu'elle était allergique à l'herbe, à la poussière, aux acariens détritiqoles et aux moisissures.

Elle utilisait du *Ventolin* et du *Becloforte* en aérosol-doseur, de deux à quatre fois par jour, au besoin. Ses symptômes empiraient à la maison. Pendant une crise d'asthme, même sa chambre posait problème. Aussi, elle tombait malade dans les bars et les restaurants. Elle se sentait toujours mieux à l'extérieur qu'à l'intérieur. Pendant l'été, elle quittait sa maison pour passer du temps à son chalet situé au Québec. Même si l'air intérieur n'était pas idéal à son chalet, elle le trouvait meilleur que dans sa maison. L'air était sec à l'intérieur de la maison. Sa gorge lui faisait mal et était irritée et elle avait des saignements de nez. La cuisine, la salle de bain et le sous-sol étaient les pires endroits de sa maison. Elle se rendait au sous-sol de temps en temps pour y faire la lessive. Elle n'aimait pas cet endroit qu'elle trouvait humide. L'époussetage, la lessive et la cuisson rendaient sa respiration plus difficile.

Les enfants

La fille aînée (qui avait presque quatre ans au début de l'étude) est devenue asthmatique alors qu'elle était toujours allaitée. Elle a attrapé une pneumonie à chaque hiver et a été malade de janvier à mars à chaque année depuis sa naissance. Elle a pris du *Flovent* pendant la première année, mais sans succès. Le cadet, un garçon, (qui avait quatre mois au début de l'étude) avait fréquemment le nez congestionné. Il était allé à l'hôpital de nombreuses fois.

Résumé des travaux de rénovation

Bien des recommandations de la catégorie des travaux minimums requis ont été suivies lors des rénovations. Les points suivants ne l'ont pas été : remplacer le parquet en bois dur (il a plutôt été nettoyé à l'eau de Javel); vider et nettoyer le deuxième étage; modifier la pente du sol contre le bâtiment; remplacer la cuisinière à gaz.

La cave située au sous-sol constituait un site de croissance possible pour les moisissures. Contrairement à l'avis de l'équipe de projet, la cave a été reconstruite au lieu de la laisser dénudée. La pièce a été isolée de nouveau, puis recouverte de polyéthylène et de plaques de plâtre. Un ventilateur d'extraction et un conduit d'alimentation ont été installés dans la fenêtre. Le ventilateur était fonctionnel à la fin des rénovations.

Plusieurs articles ont été remis au sous-sol après le nettoyage. Ces meubles n'avaient pas été décontaminés. Des épreuves par écouvillonnage ultérieures ont révélé que certains meubles étaient la source des moisissures.

Chaque fois que la cuisinière à gaz était utilisée, le ventilateur de la hotte était aussi mis en marche afin de minimiser les produits de combustion. La climatisation centrale a remplacé les fenêtres de la salle à manger et de la chambre principale. La roue dessiccante a été installée avec des grilles spécifiques au sous-sol, dans la cuisine et dans les deux salles de bain. Les conduits d'alimentation en air ont été reliés au séjour, à la salle à manger et aux chambres.

Après avoir lavé le sous-sol à l'eau de Javel et à la chaux, on ne détectait aucune odeur de moisissure, et le nettoyage semblait avoir été efficace. Le test de moisissure effectué en février 1998 a montré des comptes de moisissures plus élevés au sous-sol de même que la présence de quelques espèces toxiques. Deux des espèces provenaient d'un bureau antique qui n'avait pas été décontaminé avant d'être remis au sous-sol. Un échantillon sur écouvillon du plancher abîmé par les moisissures de la salle à manger contenait aussi l'une des moisissures toxicogènes. Après le test, le bureau antique a été mis au rebut. La partie endommagée du plancher de la salle à manger a été de nouveau nettoyée à l'eau de Javel, et les propriétaires-occupants prévoyaient la remplacer.

Observations sur la santé après les rénovations

La mère

La famille est déménagée ailleurs pendant le gros des travaux de rénovation. Lorsqu'elle est revenue, il restait beaucoup de poussière dans l'air ainsi que des travaux inachevés. La propriétaire-occupante est tombée malade, ce qui a duré approximativement une semaine. De nouvelles odeurs étaient produites par la rénovation et elle pouvait sentir la poussière dans l'air, ce qui provoquait de l'oedème au niveau de son nez.

Au cours des premières semaines qui ont suivi son retour, elle a eu des crises d'asthme plus fréquentes — environ deux fois par semaine. En moins de deux mois, ses crises avaient diminué — une à tous les deux ou trois mois. Non seulement la fréquence de ses crises d'asthme a diminué, mais les symptômes aussi ont diminué. De plus, elle prenait moins de médication.

Elle a attrapé moins de rhumes à l'hiver 1997-1998, et elle pouvait respirer plus facilement qu'avant. Ses rhumes se soldaient presque toujours par des bronchites et duraient jusqu'à 3 mois. Elle prenait beaucoup de médication. Après les rénovations, les rhumes guérissaient sans médication. La toux, les sifflements, l'essoufflement, la faiblesse, les étourdissements et l'oppression thoracique avaient diminué. Par contre, les maux de gorge, le mucus dans la gorge, les picotements dans le nez et la peau sèche ou les démangeaisons cutanées étaient restés les mêmes. L'hiver 1997-1998 était le premier où elle s'était sentie confortable dans la maison.

Elle avait plus d'énergie qu'avant et se sentait plus confortable, détendue et reposée à l'intérieur de la maison. Elle remarquait qu'il y avait moins d'odeurs dans la maison et qu'elle était moins dérangée par celles-ci depuis les rénovation. Elle tolérait davantage d'aliments qu'avant. Elle se sentait mieux qu'avant lorsqu'elle allait au sous-sol. Dans le passé, le sous-sol lui donnait la nausée. Après les rénovations, elle ne sentait plus rien et elle pouvait passer plus de temps au sous-sol. Les années précédentes, elle préférait toujours

le chalet. Même si l'air n'était pas de la meilleure qualité, elle pouvait mieux respirer à la campagne. Depuis les rénovations, elle préférait rester en ville, à la maison, et son asthme avait diminué. Dans l'ensemble, sa santé s'était améliorée de façon sensible.

Les enfants
La fille n'a eu ni asthme ni pneumonie à l'hiver 1997-1998. Par comparaison, elle avait eu des épisodes fréquents d'asthme et de pneumonie les années précédentes, et ce, depuis sa naissance. Ses toux se soldaient par des pneumonies. Pendant l'hiver 1997-1998, ses toux n'ont pas engendré d'autres maux. En tout, elle n'a manqué que deux jours de classe comparativement à un mois l'année précédente. Son pédiatre lui a prescrit du *Flovent* cette année. À l'âge d'un an, cette médication avait été sans effet pour elle.

Le fils a attrapé le croup en novembre 1997. Il est allé à l'hôpital 25 fois depuis sa naissance. Son médecin lui a prescrit du *Flovent* ce qui semble garder ses symptômes sous contrôle.

Notes
Le 15 juillet 1998, Virginia Salares a visité la maison pour en évaluer la qualité de l'air et rencontrer en entrevue le propriétaire-occupant.

Au rez-de-chaussée, la qualité de l'air s'était améliorée depuis les rénovations. L'air avait une odeur plus fraîche. La qualité de l'air dans la partie principale du sous-sol s'était aussi améliorée. La roue dessiccante extrayait l'air vicié de cet emplacement, et l'humidité était contrôlée à l'aide d'un déshumidificateur. Toutefois, une odeur de moisissure en provenance de la cave était nettement perceptible.

On croyait que l'odeur provenant de la cave était attribuable aux moisissures qui tentaient de s'y implanter de nouveau. La cave était séparée du reste du sous-sol par une porte. Cet espace renfermé n'était pas déshumidifié ou ventilé par le système de ventilation central. L'air y était humide à cause des infiltrations en provenance de la fondation et du plancher — les mêmes conditions qui étaient présentes avant les rénovations. De plus, les plaques de plâtre ne convenaient pas à cet espace humide car elles contribuaient à la croissance des moisissures.

Une visite ultérieure du site, en septembre 1998, a révélé des améliorations continues de la qualité de l'air dans la maison. L'odeur de moisissure avait beaucoup diminué près de la cave. Apparemment, le ventilateur d'extraction installé sur le mur extérieur de la pièce avait été recouvert d'isolant pour l'hiver. Au printemps, l'isolant s'y trouvait toujours. Les niveaux d'humidité ont été contrôlés avec la remise en marche du ventilateur.

Des échantillons d'air pris dans la cave et les secteurs adjacents du sous-sol ont révélé une poussée importante d'*Aspergillus versicolor*. L'autre partie du sous-sol contenant la roue dessiccante et le déshumidificateur contenait de faibles comptes de moisissures et aucune espèce toxicogène.

Le nettoyage à l'intérieur et à l'extérieur de la cave s'imposait. Il faudrait effectuer de nouveau des tests après le nettoyage et dénuder le cellier en cas de persistance des moisissures.

Empêcher toute nouvelle poussée des moisissures dans la maison nécessiterait de la vigilance. La déshumidification devra se poursuivre tant que la fondation ne sera pas drainée et isolée de l'extérieur. Les propriétaires-occupants pouvaient aussi contrôler l'humidité dans l'air ambiant et arrêter la roue dessiccante lorsque l'humidité relative extérieure était élevée.

Maison 6

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La fille de quinze ans était asthmatique. Elle vivait dans cette maison avec sa famille depuis sa naissance. Selon sa mère, elle souffrait d'asthme grave, d'une allergie anaphylactique aux protéines du lait ainsi que de diabète. Elle était constamment malade et avait été traitée aux soins intensifs de l'hôpital à quelques reprises.

Les éléments déclencheurs connus de son asthme étaient les infections respiratoires de même que les moisissures à l'automne et au printemps. Des tests avaient révélé qu'elle était allergique aux moisissures. Elle devait subir d'autres tests d'allergie. Elle prenait du *Decadron* (un stéroïde), du *Flovent*, du *Ventolin* et de l'insuline. Elle ne pouvait prendre de prednisone.

La dernière crise d'asthme avait été déclenchée par un assoupissement au sous-sol. L'installation d'une moquette au sous-sol, dix ans plus tôt, lui avait causé de graves maux de tête. Au début de l'étude, un séjour au sous-sol lui causait des étourdissements.

Résumé des travaux de rénovation

Cette maison n'a pas été rénovée.

Initialement, les propriétaires-occupants semblaient très intéressés à participer à cette étude. Leur maison présentait un problème évident de moisissure, on y trouvait une source localisée de moisissures (c'est-à-dire le vide sanitaire avec un sol en terre), et leur fille était très malade. Il avait été déterminé que le sous-sol était l'élément déclencheur des crises d'asthme et des étourdissements de leur fille. Cette maison a été retenue pour l'étude à cause de l'intérêt démontré par les propriétaires-occupants, de la gravité des problèmes de santé et du lien entre le logement et la santé. Comme la maison se trouvait dans un secteur établi et haut de gamme, on croyait que les coûts de rénovation ne constitueraient pas un obstacle. De plus, ces conclusions s'appuyaient sur les rénovations effectuées récemment, notamment l'aménagement d'une nouvelle cuisine, d'une chambre principale contenant un foyer à gaz et un téléviseur télécommandés et d'une baignoire-tourbillon dans la salle de bain communicante.

Les propriétaires-occupants étaient prêts à dépenser environ 5 000 $. Les résultats des tests de moisissure ont révélé une forte contamination du vide sanitaire par du *Penicillium viridicatum*, une moisissure toxicogène. La même moisissure a été détectée dans l'air du sous-sol. Cette moisissure était absente des autres paliers lors des essais effectués en été. Cependant, l'utilisation du système à air pulsé pendant la saison de chauffe et l'effet de cheminée distribuaient l'air du sous-sol dans l'ensemble de la maison que celui-ci contaminait probablement avec des spores de moisissure. On a relevé un compte très élevé d'un type d'allergènes d'acariens détriticoles provenant de la moquette et du sofa du sous-sol.

Les correctifs recommandés au propriétaire-occupant tenaient compte de la contamination grave par moisissure toxique. Il aurait probablement suffi de recouvrir le vide sanitaire de polyéthylène si celui-ci avait été moins contaminé. Toutefois, il a été recommandé de nettoyer les murs, les solives et le sous-plancher du vide sanitaire avec de l'eau de Javel à cause du compte très élevé de la moisissure appelée *Penicillium viridicatum*. La très faible hauteur du vide sanitaire et l'absence de ventilation présenteraient à la fois un défi et un risque pour la santé aux entrepreneurs chargés du nettoyage. Par conséquent, les estimations des entrepreneurs ont été plus élevées que les estimations originales.

Des négociations ont été entreprises avec les propriétaires-occupants afin de réduire la portée des travaux afin de les rendre plus abordables tout en éliminant la contamination par la moisissure. Le propriétaire-occupant favorisait une dépressurisation du vide sanitaire sans nettoyer la moisissure, tel que suggéré par un entrepreneur qu'il avait trouvé lui-même et qui essayait aussi de le convaincre de dépressuriser le sous-sol et d'en finir les murs. Ces suggestions n'abordaient pas de manière totalement satisfaisante et efficace le problème relevé.

Les propriétaires-occupants ont décidé de ne pas accomplir les rénovations recommandées pour un certain nombre de raisons : cette dépense ne constituerait pas une amélioration de la maison au même titre qu'une rénovation de la cuisine, et n'ajouterait donc pas de valeur à la propriété; ils n'avaient pas les moyens de faire les rénovations; aucun membre de la famille n'était mort depuis que celle-ci avait emménagé dans la maison; la santé de leur fille était meilleure qu'avant; cette dernière n'allait rester dans la maison que quelques années encore; ils trouvaient que les entrepreneurs exigeaient des prix trop élevés; finalement, ils doutaient de la précision des tests de moisissure.

Comme les rénovations recommandées n'allaient pas être effectuées, le contrôle de la maison 6 a été abandonné. Malheureusement, nous nous retrouvions avec une maison de moins sur les six qui formaient le groupe original. Nous avons toutefois appris quelque chose sur les priorités des gens, en particulier en ce qui a trait à leur santé.

Maison 8 (Maison témoin)

Antécédents en matière de santé

La propriétaire-occupante âgée de 40 ans était asthmatique. Elle vivait dans la maison avec son mari et son fils depuis 16 ans. Son asthme avait été diagnostiqué cinq ans plus tôt. La fréquence de son asthme était moins prévisible qu'avant.

Pendant une crise d'asthme, elle toussait, elle avait des sifflements, de l'essoufflement et de l'oppression thoracique. Ses symptômes entre les crises d'asthme étaient une respiration faible et de l'oppression thoracique.

Son asthme empirait habituellement à l'hiver et au printemps, et il atteignait son paroxysme en septembre (herbe à poux), en février (température très froide) et en avril. Les rhumes, le pollen, les moisissures, la température chaude et humide, l'air froid hivernal, l'air pollué, la fumée de cigarette, les senteurs, la poussière, la fatigue, l'effort physique et les plumes rendaient sa respiration plus difficile.

Ses symptômes étaient habituellement pires la nuit, et son asthme s'aggravait dans le sous-sol de la maison ou à l'extérieur par temps venteux. Elle ne se sentait mieux à l'extérieur que les jours de température chaude et sans vent. Elle se rendait au sous-sol plusieurs fois par jour. Elle avait habituellement plus de difficulté à respirer au sous-sol, surtout dans la buanderie.

Au moment de la visite, Virginia Salares et John VandeKleut ont remarqué une dégradation de la respiration de la propriétaire-occupante après environ une demi-heure passée au sous-sol. L'inconfort ressenti l'a obligée à prendre sa médication.

Le sous-sol sentait le moisi lors de l'inspection. De la moisissure était visible à certains endroits de la buanderie.

Résumé des travaux de rénovation

Certaines matières entreposées, surtout des boîtes de carton, ont été enlevées du sous-sol. Le papier peint d'une petite partie du rez-de-chaussée a été enlevé.

L'analyse d'un échantillon de poussière obtenu après avoir passé l'aspirateur au sous-sol en septembre 1998 a démontré la présence de *Penicillium viridicatum* et d'*Aspergillus versicolor*. Les échantillons d'air ont révélé des comptes de moisissure plus élevés dans la buanderie et l'atelier que dans le reste du sous-sol.

Observations sur la santé pendant la durée de l'étude

Aucune différence n'a été relevée quant à la fréquence de l'asthme, la gravité des symptômes ou la médication. Pendant l'étude, la propriétaire-occupante a mesuré régulièrement son débit expiratoire maximal (voir prochaine section). Les mesures confirmaient ses observations à l'effet que le sous-sol la rendait malade.

Maison 10 (Maison témoin)

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La propriétaire-occupante était asthmatique. Au début de l'étude, elle vivait dans la maison avec son mari depuis 50 ans. Elle était âgée de 74 ans et on avait diagnostiqué son asthme cinq ans plus tôt, bien qu'elle croyait en avoir été affectée depuis plus longtemps.

Elle ne connaissait pas tous les éléments déclencheurs de son asthme, mais elle réagissait à la poussière, à la fumée de cigarette, à la fumée de bois, aux produits chimiques, aux piqûres d'insectes et à certains aliments. Elle se sentait mieux à l'air frais extérieur.

Un déversement majeur d'hydrocarbures avait eu lieu dans le sous-sol de cette maison. Cette dernière contenait des niveaux importants de moisissures, particulièrement au sous-sol.

Résumé des travaux de rénovation

Le sol entourant le générateur d'air chaud où le déversement d'hydrocarbures avait eu lieu a été excavé et retiré du bâtiment. Cette mesure qui avait réglé la question de la contamination chimique n'avait pas réglé le problème de moisissures nombreuses évident dans cette maison.

Aucun test de moisissure n'a été mené dans cette maison.

Observations sur la santé pendant la durée de l'étude

Sa toux asthmatique était constante. Elle s'accentuait avec l'asthme. Elle trouvait que son asthme était aggravé par davantage de facteurs — qu'elle était sensible à davantage de choses.

Par rapport aux années passées, ses crises d'asthmes devenaient plus fréquentes et ses symptômes s'aggravaient. Elle avait plus de difficulté à respirer qu'avant. Elle avait attrapé davantage de rhumes pendant l'hiver 1997-1998 que les hivers précédents. Elle avait moins d'énergie qu'avant. Les types et les doses de sa médication n'avaient pas changé.

Son état ne changeait pas au sous-sol et elle pouvait y demeurer aussi longtemps qu'avant.

Maison 12 (Maison témoin)

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

La propriétaire-occupante était asthmatique. Au début de l'étude, elle vivait dans la maison avec son mari et leurs deux enfants depuis deux ans. Infirmière, elle était âgée de 32 ans et on avait diagnostiqué son asthme 10 ou 12 ans plus tôt. Son asthme s'était tellement aggravé l'année précédente qu'elle avait dû cesser de travailler. On avait diagnostiqué de l'asthme chez sa fille de 7 ans environ cinq ans plus tôt.

Son asthme était pire en été et en hiver. Les températures extrêmes, qu'elles soient très chaudes ou très froides, rendaient sa respiration plus difficile. La fumée de cigarette et les produits de nettoyage déclenchaient aussi son asthme. Elle avait des sifflements, de l'essoufflement, de la toux et de l'oppression thoracique pendant une crise d'asthme.

Résumé des travaux de rénovation

Aucune rénovation n'a été faite dans cette maison. Aucun test de moisissure n'a été mené dans cette maison.

Observations sur la santé pendant la durée de l'étude

Elle a subi une chirurgie en novembre 1997 pour corriger un problème de reflux. Elle sentait que son asthme avait diminué après la chirurgie. Par la suite, elle n'a eu besoin que de quatre augmentations de sa médication.

Ses crises d'asthme étaient moins fréquentes que les années précédentes et elle prenait moins de médication qu'avant. Elle rapportait que les symptômes associés à son asthme, c'est-à-dire la toux, les sifflements, l'essoufflement, l'oppression thoracique, les maux de gorge et le mucus dans la gorge avaient diminué. Durant l'étude, elle n'a remarqué aucune différence au niveau de sa respiration (en l'absence de crise d'asthme) à l'intérieur de sa maison. Elle avait eu autant de rhumes que les années précédentes.

Il n'y avait aucune différence dans son niveau d'énergie et de confort, et dans son aptitude à relever les odeurs à l'intérieur de la maison. À la suite de douleur dans sa hanche droite, on lui a diagnostiqué de la coxarthrose attribuable à l'utilisation à long terme de stéroïdes. Elle croyait avoir bientôt besoin d'une chirurgie de la hanche.

Au printemps 1998, de fortes pluies ont provoqué une inondation de son sous-sol. Son asthme s'était aggravé.

Maison 13 (Maison témoin)

Antécédents en matière de santé (avant les rénovations)

Le propriétaire-occupant était asthmatique. Au début de l'étude, il vivait dans la maison avec sa femme et leur jeune fils depuis six mois. Ses symptômes s'étaient aggravés après être déménagé dans la maison.

Il avait remarqué que ses problèmes respiratoires empiraient lorsque l'installation de chauffage ou la climatisation fonctionnaient. Le sous-sol était la pire partie de la maison pour lui.

Résumé des travaux de rénovation
De nombreuses matières, y compris du DDT qui appartenait aux anciens occupants, ont été mis au rebut.

L'analyse d'un échantillon de poussière obtenu après avoir passé l'aspirateur au sous-sol en septembre 1998 a révélé la présence d'*Aspergillus fumigatus*, d'*Aspergillus versicolor* et de *Penicillium viridicatum*. Les échantillons d'air ont fourni des comptes de moisissures plus élevés dans la salle finie du sous-sol que dans la salle de rangement et le séjour.

Observations sur la santé pendant la durée de l'étude

À titre de participant à l'étude, il devait prendre des mesures de son débit expiratoire maximal. Il a confirmé qu'il avait eu des crises d'asthme à chaque fois qu'il avait pris des mesures au sous-sol. Son asthme s'aggravait sensiblement après avoir passé une heure ou deux au sous-sol.

Il trouvait que la fréquence de ses crises d'asthme était identique ou moins élevée que les années précédentes. Comme l'hiver 1997-1998 avait été doux, le générateur d'air chaud n'avait pas fonctionné aussi souvent qu'à l'habitude. Parallèlement, le climatiseur n'avait pas été aussi nécessaire qu'avant. Il n'a remarqué aucune différence dans sa respiration. Il avait attrapé autant de rhumes pendant l'hiver 1997-1998 qu'avant. Il a eu une toux tenace d'avril à l'été 1998.

Il prenait davantage de médication qu'avant. Pendant l'été 1998, on lui avait prescrit de prendre du *Flovent 250* à chaque jour. Il prenait rarement du salbutamol.

À la fin de la période d'étude, le propriétaire-occupant a dénudé le sous-sol, et l'a fait nettoyer avec de l'eau de Javel. Ensuite, les espaces entre les solives ont été isolés avec du polystyrène et scellés.

11. CONTRÔLE DE LA SANTÉ AVANT ET APRÈS LES TRAVAUX DE RÉNOVATION : MESURES DE LA POINTE DE DÉBIT

Sur les six familles participantes, deux n'ont pas envoyé de données (les occupants asthmatiques des maisons 2 et 6). Dans la maison 3, la fille était trop jeune pour prendre des mesures du débit expiratoire maximal, et la mère ne souffrait pas d'asthme au début de l'étude.

Trois des quatre asthmatiques qui servaient de témoins pour le projet ont pris des mesures du débit expiratoire maximal. Deux ont pris des mesures au sous-sol.

Résultats des mesures quotidiennes du débit expiratoire maximal

Les relevés ont varié beaucoup d'une journée à l'autre. Les fourchettes des volumes expiratoires maximaux pris par les occupants asthmatiques dans les maisons utilisées pour recueillir les données sont fournies au tableau 11.1. Ces mesures ont été prises pendant la durée de l'étude.

Les participants ont remarqué que les débits expiratoires maximaux ne reflétaient pas la façon dont ils se sentaient au moment de prendre les mesures. Parfois, les débits expiratoires maximaux ne variaient presque pas, peu importe qu'ils se soient sentis malades et aient éprouvé de la difficulté à respirer où qu'ils se soient sentis mieux.

Tableau 11.1
Volumes expiratoires maximaux mesurés par les occupants asthmatiques

	Débit expiratoire maximal l/min
Occupant asthmatique de la maison 1	375 - 575
Occupant asthmatique de la maison 4	220 - 330
Occupant asthmatique de la maison 5	300 - 340
Occupant asthmatique de la maison 8	350 - 470
Occupant asthmatique de la maison 12	270 - 500
Occupant asthmatique de la maison 13	480 - 600

Lorsque l'occupante asthmatique de la maison 5 a essayé de mesurer son débit expiratoire maximal au sous-sol, elle est devenue inconfortable presque immédiatement et n'a pu demeurer au sous-sol. Le débitmètre n'avait pas enregistré de changement.

L'occupante la maison 4 a rapporté que son débit expiratoire maximal restait pratiquement inchangé, même après avoir pris sa médication. À l'inverse, les trois témoins signalaient tous une hausse de leur débit expiratoire maximal après avoir pris leur médication.

Résultats des mesures du débit expiratoire maximal prises au sous-sol

Les sous-sols des maisons 1, 4 et 5 contenaient beaucoup trop de moisissures pour que les occupants asthmatiques puissent y prendre des mesures de leur débit expiratoire maximal.

Deux des témoins ont pris assidûment des mesures.

L'occupante asthmatique de la maison 8 a passé le test respiratoire au sous-sol à six occasions différentes. Son débit expiratoire maximal a varié à chaque fois — le relevé du volume semblait refléter son état à une heure et à un jour donnés. À chaque essai, les relevés diminuaient si elle restait au sous-sol, et ils augmentaient de nouveau lorsqu'elle remontait au rez-de-chaussée. La réduction maximale de son débit expiratoire maximal était de 50 l/min approximativement une demi-heure après être descendue au sous-sol. Le fait de demeurer au sous-sol pendant une autre demi-heure ne faisait pas baisser davantage le relevé du volume. Elle pouvait retrouver son débit expiratoire maximal une heure après être remontée au rez-de-chaussée.

Fait étonnant, les résultats restaient constants. Il y avait deux explications. La participante avait pris des mesures du débit expiratoire maximal depuis

quatre ans et avait probablement maîtrisé la technique. Deuxièmement, le rez-de-chaussée de sa maison était presque toujours bien ventilé (grâce aux fenêtres ouvertes) et la qualité de l'air y était bonne. À l'inverse, le sous-sol avait un problème de moisissure et n'était pas ventilé du tout. Par conséquent, il existait une différence marquée de la qualité de l'air entre le rez-de-chaussée et le sous-sol.

L'occupant de la maison 13 a pris des mesures au sous-sol à six reprises. À chaque fois, il a commencé à éprouver de la difficulté à respirer et à ressentir des symptômes d'asthme moins d'une heure après son arrivée au sous-sol. Les volumes relevés diminuaient s'il restait au sous-sol, et ils augmentaient de nouveau lorsqu'il retournait au rez-de-chaussée. Cependant, l'importance des changements et du profil n'était pas aussi marquée que les symptômes éprouvés.

12. RÉSUMÉ DES CONSTATATIONS DÉCOULANT DES CINQ MAISONS ÉTUDIÉES

Tableau 12.1
Résumé des constatations découlant des cinq maisons étudiées

Maison nº	1	2	3	4	5
Problèmes de santé	Femme de 48 ans – asthme +	Homme de 44 ans – asthme	Enfant – asthme, mère – allergies	Femme de 38 ans – asthme	Femme de 39 ans – asthme, enfant – asthme
Allergies	Poussière, moisissures, produits chimiques, etc.	Parfum, poussière, etc.	Aliments et environnement	Pesticides, charbon et hydrocarbures, poussière, etc.	Poussière, moisissures, herbe, fumée
Âge et type de la maison	Années 1930, maison individuelle de 2 étages en brique, générateur-pulseur d'air chaud au mazout + plinthes chauffantes électriques	Années 1980, maison individuelle de plain-pied, brique et bois, plinthes chauffantes électriques	1955, maison individuelle de plain-pied en brique, générateur-pulseur d'air chaud électriques	Avant 1930, maison jumelée à étage, en brique, générateur-pulseur d'air chaud	1920,2 étages, maçonnerie, foyer, chauffage hydronique au gaz
Principaux problèmes révélés par l'inspection	• moisissures au sous-sol • tapis aux niveaux supérieurs • manque de ventilation • infiltration d'eau – murs du sous-sol	• cas grave de moisissures • manque de ventilation	• moisissures au sous-sol • manque de ventilation • fuites d'eau • sources de contaminants	• moisissures • humidité au sous-sol • saletés dans les conduits	• moisissures au sous-sol • manque de ventilation
Aires où les tests ont révélé des problèmes avant les rénovations	• sous-sol • chambre principale	• sous-sol, aires aménagées et non aménagées • salle à manger • chambre principale • rez-de-chaussée	• sous-sol, aires aménagées et non aménagées • chambre d'enfant • chambre principale • rez-de-chaussée	• sous-sol • rez-de-chaussée • salle de bain de l'étage • étage	• sous-sol • chambre du 2e étage • salle à manger • chambre du 1er étage
Correctifs requis	• désencombrer le sous-sol • nettoyer les murs et le plafond à l'eau de Javel, peindre le plancher • injecter de la mousse dans les ouvertures pratiquées dans les murs • enlever la moquette • sceller le plancher de bois du 2e étage • excaver l'extérieur et installer un drain • installer un VRT	• dénuder le sous-sol • nettoyer toutes les surfaces avec de l'eau de Javel • excaver le périmètre extérieur de la maison, installer un drain • remplacer le VRT	• réparer le tuyau d'évacuation • dénuder, nettoyer et sceller le sous-sol • nettoyer et réparer • enlever la moisissure des dormants de fenêtre • enlever la moquette de la salle à manger • installer un VRT • niveler le terrain	• nettoyer le sous-sol • poser un évent extérieur à la sécheuse • injecter de la mousse dans toutes les ouvertures pratiquées dans les murs et les planchers • étanchéiser et nettoyer les conduits • installer un VRT	• dénuder et nettoyer le sous-sol • nettoyer les parquets en bois dur ou remplacer les parties endommagées • installer un VRT • nettoyer et faire des réparations mineures • désencombrer et nettoyer la pièce du 2e étage • niveler le terrain • remplacer la cuisinière à gaz

Tableau 12.1
Résumé des constatations découlant des cinq maisons étudiées (Suite)

Maison n°	1	2	3	4	5
Correctifs apportés	• nettoyer à fond le sous-sol • nettoyer le sous-sol à l'eau de Javel • injecter de la mousse dans les ouvertures pratiquées dans les murs • enlever la moquette et la remplacer par du parquet en bois dur • sceller le plancher du 2e • installer un VRT • installer la climatisation centrale (non recommandé)	• dénuder partiellement le sous-sol • nettoyer les surfaces à l'eau de Javel	• régler le problème d'égout • dénuder, nettoyer, sceller et peindre le sous-sol • procéder à un nettoyage et à des réparations importants • enlever la moisissure des dormants de fenêtre • enlever la moquette de la salle à manger • installer un VRT • excaver l'extérieur, installer un drain et niveler le terrain	• nettoyer le sous-sol • enlever les murs et les appareils de la salle de bain du sous-sol • nettoyer le sous-sol à l'eau de Javel et à la chaux • poser un évent extérieur à la sécheuse • injecter de la mousse dans les murs et les planchers • étanchéiser et nettoyer les conduits	• dénuder et nettoyer le sous-sol • nettoyer les parquets en bois dur endommagés • installer une roue dessiccante • installer la climatisation centrale • faire un peu de nettoyage et des réparations mineures • reconstruire la cave au sous-sol (non recommandé)
Calendrier de rénovation	Juillet et août 1997	en cours	Septembre, octobre et décembre 1997	Juillet et août 1997	Juillet et août 1997
Correctifs NON apportés	• excaver le périmètre extérieur de la maison et installer un drain	• enlever une partie des murs à ossature de bois et à placage de brique au sous-sol • excaver le périmètre extérieur de la maison et installer un drain • remplacer le VRT		• installer un VRT	• désencombrer et nettoyer la pièce du 2e étage • parquets en bois dur endommagés – nettoyés au lieu d'être remplacés • niveler le terrain • remplacer la cuisinière à gaz
Aires où des problèmes ont été relevés après l'achèvement des rénovations	• sous-sol – parties nord et sud • moisissure poussant sur les murs du sous-sol	• aires de séjour du rez-de-chaussée • chambres • sous-sol	• ancienne chambre d'enfant • sous-sol	• sous-sol – parties nord et sud • salle de bain du 1er	• sous-sol • sous-sol – bureau antique • plancher de la salle à manger au niveau du radiateur
Santé immédiatement après l'achèvement des rénovations initiales	• aucune amélioration	• aggravation de l'asthme pendant le nettoyage effectué sans protection	• peu d'amélioration pour la mère, légère amélioration pour la fille	• améliorée	• aucune amélioration immédiate – une amélioration continue a été relevée après un mois environ
Correctifs additionnels apportés	• sceller l'accès au vide sanitaire à partir du sous-sol – une source possibles de spores de moisissures		• répéter le nettoyage du sous-sol • remplir les alvéoles des blocs de béton de la rangée supérieure du mur du sous-sol pour sceller les moisissures s'y trouvant • installer de nouvelles fenêtres au sous-sol	• nettoyer davantage le sous-sol et la salle de bain de l'étage	• nettoyer le plancher à l'eau de Javel de nouveau et prévoir le remplacement du plancher de la salle à manger • se défaire du bureau antique situé au sous-sol
Aires où des problèmes ont après l'exécution des travaux additionnels	• vide sanitaire • murs du sous-sol		• aucun – la maison était propre	• rez-de-chaussée – livres et sofa – sources de moisissures? • sous-sol • solives pourries	• odeur de moisi provenant de la cave

Tableau 12.1
Résumé des constatations découlant des cinq maisons étudiées (Suite)

Maison nº	1	2	3	4	5
Travaux additionnels				• mise au rebut du sofa du séjour	• ventilateur et évent dégagés dans la cave
Aires où des problèmes additionnels ont été relevés				• déshumidification nécessaire jusqu'à ce que la fondation soit scellée et isolée de l'extérieur	• contamination – cave et partie est du sous-sol • produits chimiques toxiques entreposés dans la maison • déshumidification nécessaire jusqu'à ce que la fondation soit scellée et isolée de l'extérieur
Santé à la fin de l'étude	• aucune amélioration	• aucune amélioration – travaux inachevés	• amélioration très nette pour la mère et la fille	• amélioration énorme – fin de la médication pour l'asthme	• mère – amélioration marquée, fils et fille – amélioration importante

13. OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS

Généralités

1. La moisissure constituait le problème de qualité de l'air intérieur prédominant dans les maisons étudiées dans le cadre du projet.

2. L'inspection des maisons selon le protocole élaboré dans le cadre du Programme de formation d'investigateur en qualité de l'air des habitations a permis de déterminer les sources de moisissures et les correctifs.

3. Les estimations qualitatives de la gravité des problèmes de moisissure dans les maisons au cours de l'enquête étaient fondées sur les odeurs, les moisissures visibles et les signes d'humidité. Dans la plupart des cas, les tests de moisissure ont confirmé les évaluations qualitatives et déterminé quelles espèces de moisissures toxicogènes étaient présentes.

4. D'une façon générale, les occupants étaient habitués aux odeurs de moisissure dans leur maison et connaissaient peu l'importance des moisissures.

5. Dans une maison, une odeur distincte de moisi pouvait être décelée en entrant et une odeur forte de moisissure était détectée au sous-sol. Cependant, l'inspection n'a révélé aucun signe visible de moisissure ou d'humidité. Les échantillons d'air et les échantillons sur écouvillon ont confirmé l'existence d'un problème sérieux de moisissure.

6. De nombreux types de moisissures autres que les types extérieurs habituels ont été trouvés dans chacune des six maisons. On a attribué la cote inacceptable à la plupart des échantillons d'air à cause de leur contamination par les moisissures.

7. Dans tous les cas, les sous-sols constituaient les sources les plus importantes de moisissures. Les vides sanitaires dont le sol était fait de terre constituaient des sources très probables de contamination par les moisissures. D'autres sources ont été trouvées dans certaines maisons.

8. Les correctifs ont causé une réduction importante du niveau de moisissures et de champignons détectés pendant les tests. Cependant, des champignons toxicogènes ont continué d'être décelés après le nettoyage et les rénovations dans quatre des cinq maisons ayant fait l'objet de correctifs. On a attribué la cote inacceptable aux échantillons pour ce qui est du test de moisissure.

9. Le mobilier devait être décontaminé de la même manière que le bâtiment, sinon la moisissure était réintroduite par ces sources.

10. Le bois traité sous pression favorisait la poussée de moisissures toxicogènes, malgré les traitements chimiques reçus contre la moisissure ou la pourriture (maison 2).

11. Il n'a pas toujours été possible de déterminer toutes les sources de moisissures pendant une évaluation. L'élimination des sources principales permettait de trouver plus facilement les sources secondaires.

12. Un certain nombre de moisissures additionnelles ont été détectées après l'achèvement des rénovations et des correctifs. Il est possible que cette situation ait été causée par un certain nombre de facteurs, notamment :
    - les test effectués à des périodes différentes de l'année;
    - les moisissures dominantes qui masquaient ou supprimaient les autres moisissures;
    - le nettoyage qui avait tué certaines moisissures mais permis la croissance d'autres types à cause de la modification des conditions.

13. Il a fallu un nettoyage vigoureux des maisons qui contenaient de la moisissure depuis longtemps ou qui étaient envahies par celle-ci.

14. La moisissure réapparaissait après le nettoyage lorsque la source d'humidité n'avait pas été éliminée, même lorsque les occupants veillaient au contrôle de l'humidité au moyen de déshumidificateurs.

15. Le contrôle des moisissures dans les maisons avant et après le nettoyage a permis de mesurer l'efficacité de ce dernier.

16. Les nouveaux tests devraient être effectués immédiatement après le nettoyage et quelque temps après.

17. La ventilation ne peut à elle seule résoudre les problèmes de qualité de l'air intérieur. Des VRT ventilaient les emplacements où des conduits avaient été installés et y contrôlaient la croissance des moisissures.

18. Les entrepreneurs chargés du nettoyage avaient besoin de formation. Certains ont travaillé plus consciencieusement que d'autres.

Éléments particuliers à cette étude pilote

19. Il était facile de trouver des personnes asthmatiques qui pensaient avoir des problèmes avec la qualité de l'air à l'intérieur de leur maison. Il était plus difficile de trouver des propriétaires-occupants qui dépenseraient les sommes nécessaires à l'amélioration de leur maison.

20. Les propriétaires-occupants avaient besoin de conseils éclairés pour déterminer les problèmes de qualité de l'air à l'intérieur de leur maison ainsi que les étapes à suivre pour éliminer les problèmes de moisissure. Ils avaient aussi besoin qu'on s'assure pour eux que les travaux étaient exécutés consciencieusement et en totalité.

21. La première étape pour toutes les maisons visées par la présente étude consistait à mettre au rebut ou à décontaminer les matières entreposées au sous-sol. L'accumulation d'effets, particulièrement au sous-sol, fournissait plus de nourriture aux moisissures et restreignait la circulation de l'air. Les articles empilés dans les coins froids du sous-sol favorisaient la croissance de moisissures.

22. Les tests de COV ont été les moins utiles de l'étude. Davantage de renseignements ont été obtenus en déterminant et en éliminant les sources des contaminants chimiques.

23. Les tests d'ergostérol n'ont pas fourni beaucoup de renseignements pour l'étude. Les temps d'exposition ou les méthodes d'analyse doivent être revus.

24. Aucune corrélation évidente n'a été trouvée entre les antigènes d'acariens détriticoles et la contamination par les moisissures ou les symptômes rapportés par les occupants. La proportion plus élevée de Der f 1 dans le séjour que dans le sous-sol de deux maisons a éliminé les acariens détriticoles comme cause de l'aggravation de l'asthme des occupants au sous-sol.

25. Dans la maison 3, d'importants correctifs ont été apportés afin de contrôler l'infiltration d'humidité au sous-sol. Après les rénovations, l'air était beaucoup plus frais dans cette maison, et celle-ci a obtenue une cote acceptable. Dans les maisons 1, 4 et 5, les sous-sols ont été nettoyés, mais l'infiltration d'humidité n'a pas été contrôlée. Dans ces maisons, l'air s'était amélioré immédiatement après le nettoyage, mais elles avaient obtenu la cote inacceptable lors des tests effectués plus tard. Dans la maison 2, le nettoyage n'a pas été exécuté correctement. Cette maison restait sérieusement contaminée.

26. Le contrôle final a été reporté jusqu'à ce que les participants aient effectué la plus grande partie possible du nettoyage recommandé. Les nouveaux tests ont eu lieu plusieurs mois après le grand nettoyage du sous-sol. Il aurait été utile de faire un test immédiatement après le nettoyage pour en déterminer le succès et de procéder à un contrôle additionnel plus tard.

27. L'étude a montré que la réduction de la contamination des maisons par la moisissure avait des effets bénéfiques sur les patients asthmatiques — il en résultait une réduction de la fréquence et de la gravité de l'asthme ainsi qu'une diminution de la médication.

    L'asthme des sujets témoins (des patients asthmatiques dont la maison n'a pas été rénovée pendant l'étude) ne s'est pas amélioré pendant l'étude.

28. Des avantages autres que respiratoires ont été rapportés par les participants. On a signalé que les maisons étaient plus confortables. Après l'élimination de la moisissure, les occupants de la maison 3 ont signalé une diminution des étourdissements et de la diarrhée, une amélioration de la concentration et une hausse du niveau d'énergie.

29. L'amélioration de la santé des occupants était en corrélation avec l'amélioration de la qualité de l'air. Les occupants de la maison 3, où des correctifs ont été apportés afin de contrôler l'infiltration d'eau, ont enregistré une amélioration nette de leur santé après les rénovations. Après les travaux, les occupants des maisons 4 et 5 ont rapporté de nettes améliorations de leur asthme en hiver et en été. L'occupant de la maison 1 n'a enregistré aucune amélioration de sa santé.

30. L'amélioration de la qualité de l'air dans les maisons a permis à la plupart des participants de gérer leur asthme plus facilement.

31. La plupart des participants de cette étude étaient sincèrement intéressés à améliorer leur santé.

32. Il serait utile que les propriétaires-occupants, en particulier ceux dont la famille compte des membres asthmatiques, obtiennent l'information sur les effets des moisissures sur la santé.

33. La participation à cette étude a été une expérience d'apprentissage pour les participants. Pour contrôler l'humidité et les moisissures, il fallait modifier leurs pratiques pour ce qui est de l'entretien de leur maison.

34. Les mesures du débit expiratoire maximal ne permettaient pas d'évaluer aussi bien les effets de l'environnement sur les personnes asthmatiques que les rapports que celles-ci fournissaient sur la façon dont elles se sentaient.

35. Les participants étaient les mieux placés pour contrôler leur santé. Les symptômes rapportés, les sensations de bien-être et les changements de médication permettaient d'examiner en détail l'évolution de leur santé.

36. La période de contrôle après les rénovations pourrait durer de six à neuf mois.

37. Il serait utile d'étudier un plus grand nombre de maisons. Les prochaines études devraient insister sur la mise en oeuvre de solutions durables aux problèmes de moisissure. Seuls les participants qui se sont engagés à apporter tous les correctifs recommandés devraient être choisis.

NOTES

1 Drerup Armstrong Ltd, *Enquête sur les maisons " à problème " des personnes hypersensibles aux polluants environnementaux*, préparé pour la Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, mai 1996.

2 Direction de l'hygiène du milieu, Direction générale de la protection de la santé, Santé et Bien-être social Canada, *Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences*, un rapport du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Ottawa, 1989, p. 4.

3 ibidem, p. 9.

4 Miller, J.D. et al., "Fungi and Fungal Products in Some Canadian Homes", dans *International Biodeterioration*, vol. 24, 1988, p. 113.

5 Direction de l'hygiène du milieu, ouvrage déjà cité.

6 ibidem, p. 107.

7 ibidem, p. 117.

8 Auteur inconnu, *Viable Fungi and Bacteria in Air, Bulk and Surface Samples*, p. 58.

9 Yang, Chin, *Problem Solving and Interpreting Results*, document préparé à titre de consultant du US Public Health Service, Federal Occupational Health, Region III, Philadelphie, Pennsylvanie, 1995?, p. 2.

10 Quelques définitions apparaissent dans l'annexe D du présent rapport.

11 Tobin, R.S. et al., *Signification de la présence de champignons dans l'air à l'intérieur des édifices : Rapport d'un groupe de travail*, Santé et Bien-être social Canada, Groupe de travail sur les champignons dans l'air des maisons, Ottawa, mars 1987, p. S1.

12 Yang, Chin, ouvrage déjà cité, p. 3.

13 David Miller, communication privée, automne 1998.

14 Yang, Chin, ouvrage déjà cité, p. 2.

15 Société canadienne d'hypothèques et de logement, *Les moisissures dans les maisons : raisons de leur prolifération et raisons de nos préoccupations*, Ottawa, 1995.

16 Miller, J.D. et al., ouvrage déjà cité, p. 113.

17 Laboratory Report, John Hopkins University – Asthma and Allergy Center – Dermatology, Allergy and Clinical Immunology Reference Laboratory, Baltimore, Maryland, août 1997.

18 L'interrupteur de l'appareil à air pulsé était en position arrêt et l'accès au vide sanitaire était scellé.

19 On ne doit pas trop se fier à cette série d'échantillons d'air étant donné les espèces de moisissures trouvées dans l'échantillon extérieur.